

Universitat de Lleida

Facultat de medicina

Grau en Nutrició Humana i Dietètica

***Efecte de la cafeïna en el rendiment
físic en individus que practiquen
activitats esportives intenses i de llarga
durada.***

Miquel Colom Rosselló

Curs 2017-2018

***Efecte de la cafeïna en el rendiment
físic en individus que practiquen
activitats esportives intenses i de llarga
durada.***

Treball de fi de grau presentat per:

Miquel Colom Rosselló

Tutoritzat per:

Maria Teresa Piqué Ferré

ÍNDEX

1. Resum	1
2. Agraïments	4
3. Introducció	5
3.1 Les ajudes ergogèniques en l'esport	5
3.2 La cafeïna com ajuda ergogènica	5
3.2.1 Fonts de cafeïna	5
3.2.2 Recomanacions consum	7
3.2.3 Metabolisme	8
3.2.4 Efectes sobre la salut	9
3.2.5 Rendiment esportiu i dopatge.	10
4. Hipòtesis	13
5. Objectius	14
5.1 Objectiu general	14
5.2 Objectius secundaris	14
6. Metodologia	15
6.1 Tipus d'estudi, grup i tipus d'intervenció	15
6.1.1 Participants	15
6.1.2 Disseny experimental	15
6.1.3 Característiques de la prova	17
6.2 Recollida de dades d'hàbits i ingesta de cafeïna	18
6.3 Recollida de dades antropomètriques	20
6.4 Recollida de dades de rendiment físic	20
6.5 Tractament de les dades	22
7. Resultats	23
7.1 Resultats qüestionari estil de vida	23
7.2 Resultats ingesta alimentària	23
7.2.1 Qüestionari de freqüència de consum	23
7.2.2 Recordatori 24h	26
7.3 Resultats paràmetres antropomètrics	30
7.4 Resultats rendiment físic	32
8. Discussió	37
9. Conclusions	40
10. Bibliografia	41
11. Annexes	47

1. Resum

La cafeïna és una substància mundialment consumida degut als seus efectes, entre d'altres, estimulants en el SNC. Són diverses les begudes i aliments en els quals està present i són també diverses les formes de consum d'aquesta substància en esportistes. L'objectiu principal d'aquest estudi és el d'avaluar l'efecte de la cafeïna en dosis baixes en el rendiment esportiu mitjançant el consum de càpsules de 100mg. Es va realitzar un assaig controlat aleatoritzat en el qual un grup de 8 ciclistes amb una mitjana de 40 anys, 177 cm, 70,6kg, 20 anys practicant l'esport i 9 hores d'entrenament a la setmana varen realitzar 3 contrarellotges exactament iguals; la primera amb consum de cafeïna i aminoàcids, la segona sense el consum de res i la tercera amb el consum d'aminoàcids i placebo. Després d'avaluar antropomètricament i caracteritzar la ingesta nutricional i de cafeïna es va observar, amb els resultats de les contrarellotges, que la cafeïna administrada amb els aminoàcids produïa lleugeres millores en el temps de l'exercici ($29,70 \pm 3,41$ min vs. $29,96 \pm 3,60$ min) i en la percepció de l'esforç però no es varen observar canvis amb la freqüència cardíaca en comparació amb la prova de placebo.

Resumen

La cafeína es una sustancia mundialmente consumida debido a sus efectos, entre otros, estimulantes del SNC. Son varias las bebidas y alimentos en los cuales está presente y son también varias las formas de consumo de esta sustancia en deportistas. El objetivo principal de este estudio es el de evaluar el efecto de la cafeína en dosis bajas en el rendimiento deportivo mediante el consumo de cápsulas de 100mg. Se realizó un ensayo controlado aleatorizado, en el cual un grupo de 8 ciclistas con una media de 40 años, 177 cm, 70,6kg, 20 años practicando el deporte y 9 horas de entrenamiento a la semana, realizaron 3 contrarrelojes iguales; la primera con consumo de cafeína y aminoácidos, la segunda sin el consumo de nada y la tercera con el consumo de aminoácidos y placebo. Tras evaluar antropométricamente y caracterizar la ingesta nutricional y de cafeína, se observó, con los resultados de las contrarrelojes, que la cafeína, administrada con los aminoácidos, producía ligeras mejoras en el tiempo del ejercicio ($29,70 \pm 3,41$ min vs. $29,96 \pm 3,60$ min) y en la percepción del esfuerzo pero no se observaron cambios en la frecuencia cardíaca, en comparación con la prueba de placebo.

Abstract

Caffeine is a world-consumed substance due its central-nervous-system stimulant effect, among others. There are some drinks and foods in which it is present and there are also several forms of consumption of this substance in athletes. The main objective of this study is to evaluate the effect of caffeine on low doses in sports performance by consuming capsules with 100mg of this substance. A randomized controlled trial was carried out in a group of 8 cyclists with an average of 40 years, 177 cm, 70.6 kg, 20 years practicing the sport and 9 hours of training per week, which performed 3 exactly equal time trial tests; the first with caffeine and amino acids, the second without the consumption of anything and the third with amino acids and placebo. After evaluating anthropometrically and characterizing normal and pre-test nutritional and caffeine intake, the test results showed that caffeine, administered with amino acids, produced slight improvements in exercise time (29.70 ± 3.41 min vs. 29.96 ± 3.60 min) and in the perception of the effort but no differences were observed with the heart rate compared to the placebo test.

2. Agraïments

Agrair al club ciclista Es Pedal de Bunyola, en especial als participants, i a la tenda de dietètica Naturlife per la seva participació i col·laboració indispensables en l'estudi, així com al meu germà per ajudar-me a realitzar algunes tasques els dies de les proves.

Finalment m'agradaria agrair de manera especial a la tutora del treball final de grau Maria Teresa Piqué Ferré per la seva orientació i per la seva qualitat intel·lectual i humana.

3. Introducció

3.1 Les ajudes ergogèniques en l'esport

Una ajuda ergogènica és qualsevol mètode d'entrenament, dispositiu mecànic, pràctica nutricional, pràctica farmacològica o tècnica psicològica que pot millorar la capacitat de rendiment de l'exercici i/o millorar les adaptacions a aquest. Això inclou ajudes per a millorar l'eficiència de l'exercici i/o millorar la recuperació d'aquest exercici (1).

Les substàncies ergogèniques es poden dividir en diversos grups; els suplementes per millorar la força com els aminoàcids ramificats o la arginina, els antioxidants com la vitamina C o el β -carotens, els emmagatzemadors de fosfàgens com la creatina, immunomoduladors com la glutamina, cremadors de greix com la L-carnitina i finalment antifatigants, grup en el qual s'inclou la cafeïna (2).

Una de les ajudes més utilitzades actualment són els aminoàcids ramificats. En una revisió sistemàtica (3), en la qual s'analitzaren estudis sobre l'efecte dels aminoàcids ramificats en el rendiment esportiu, s'observà que hi havia un menor grau de fatiga muscular, una menor percepció de l'esforç percebut i una major resposta anabòlica en el període de recuperació quan s'administraven els aminoàcids ramificats.

Una revisió sistemàtica realitzada l'any 2013 va determinar que de 23 estudis que examinaven els efectes de diverses ajudes ergogèniques sobre el rendiment esportiu en corredors de distàncies entre 400 metres i 40 quilòmetres, en el 71% la ingesta d'ajudes implicava millores en el rendiment en comparació a la ingesta de placebo. Les ajudes ergogèniques més efectives van incloure bicarbonat de sodi, citrat de sodi, cafeïna i hidrats de carboni (4).

3.2 La cafeïna com ajuda ergogènica

3.2.1 Fonts de cafeïna

La cafeïna és una substància alcaloide present a nombroses begudes de consum humà, a més, pel seu efecte com antagonista dels receptors A1 i A2A de la adenosina 2 (5), és una de les drogues psicoactives i estimulants més consumides a tot el món (6).

Els humans han consumit cafeïna des de l'Edat de Pedra. Els pobles antics van descobrir que mastegar l'escorça i fulles de certes plantes tenia l'efecte d'alleujar la fatiga, estimular el estat d'alerta i elevar l'ànim. Les primeres referències sobre el cafè daten del segle IX a Etiòpia, l'habitat original de la planta i no va ser fins al segle XVI que es va introduir al continent europeu gràcies a mercaders venecians.

No obstant això, no va ser fins a 1820 quan el químic alemany Friedlieb Ferdinand Runge va aconseguir aïllar l'alcaloide del cafè, la cafeïna. A partir d'aquest moment, els seus efectes es van poder estudiar millor i es va descobrir que no només es troba al cafè, sinó a les fulles, llavors i fruits del te o el cacau i en altres moltes plantes com per exemple el guaranà o el mate.

La cafeïna rep també altres noms (guaranina, teïna, mateïna) relatius a les plantes d'on es pot extreure. L'anomenada guaranina del guaranà, i la teïna del te, són en realitat la mateixa molècula de cafeïna però aquestes plantes contenen, a més de cafeïna, alguns alcaloides addicionals del grup de les Metilxantines com la teofil·lina i teobromina.

El cacao i la xocolata, de les llavors de Theobroma cacao, contenen teobromina i una mica de cafeïna. El cafè, per altra banda, és la font més important de cafeïna, i s'extreu del fruit del Cofea aràbica i espècies relacionades.

La teofil·lina i la cafeïna són estimulants poderosos del SNC (7) i tot i que la cafeïna ha estat considerada la més potent de les metilxantines, la teofil·lina produeix una estimulació més profunda del SNC.

La cafeïna es pot ingerir a través de diferents productes naturals, com per exemple el cafè, fulles de te i grans de xocolata o es pot sintetitzar artificialment, per introduir-la en algunes begudes energètiques, subministrar-la a través de càpsules, etc. La manera més comuna de prendre-la en esportistes és a través de begudes energètiques, ja que és la més accessible.

Un estudi realitzat en atletes va demostrar la variabilitat del efectes quan la cafeïna (a 4,45 mg / kg) es va consumir en diferents formes. En l'estudi, els grups de corredors van realitzar cinc carreres fins a l'esgotament a aproximadament el 85% de VO₂max després de rebre cada grup un dels següents tractaments 60 minuts abans: càpsules de cafeïna més aigua, cafè regular, cafè descafeïnat, cafè descafeïnat més cafeïna en forma de càpsula i placebo. La cafeïna en forma de càpsula va augmentar significativament la capacitat de treball, en comparació amb els altres quatre tractaments (8). Aquests resultats fan plantejar-se als investigadors que potser altres components indistingibles en el cafè fan que la cafeïna sigui menys eficaç que quan es consumeix en la seva forma anhidra. La proposta va ser recolzada per un estudi el qual indicava que en el procés de torrat del cafè es produeixen derivats dels àcids clorogènics els quals poden tenir el potencial d'alterar els efectes de la cafeïna com antagonista de l'adenosina, disminuint així la seva acció inhibidora (9).

Tot i això actualment es poden trobar al mercat nombrosos suplementes amb cafeïna ja sigui en forma de pols, begudes, barretes o càpsules i sovint, fusionats amb vitamines i minerals per reduir encara més la fatiga. Generalment la quantitat de cafeïna d'aquests suplementes acostuma a ser d'entre 100 i 200 mg en el cas de les càpsules o comprimits, d'entre 80 i 100 mg en les begudes energètiques i d'entre els 40 i 60 mg en les barretes o gels podent arribar inclús fins els 100 mg. Aquests suplementes es poden aconseguir tant en botigues físiques com en botigues online sense cap tipus de restricció.

3.2.2 Recomanacions consum

L'any 2015, l'Autoritat Europea de Seguretat Alimentària (EFSA) va publicar la seva opinió científica sobre la seguretat de la cafeïna, indicant que la ingesta de cafeïna de totes les fonts fins a 400 mg al dia i dosi única de 200 mg no generen problemes de seguretat per als adults de la població general, si estem sans i no patim cap problema com, per exemple, acidesa estomacal, insomni o hipertensió.

L'Autoritat Europea de Seguretat Alimentària (EFSA), en la seva opinió científica sobre cafeïna, va concloure que les dones embarassades haurien de limitar la ingesta de cafeïna de totes les fonts a 200 mg per dia durant l'embaràs (10).

3.2.3 Metabolisme

La cafeïna consumida en forma d'aliments o begudes ha de ser digerida abans de ser metabolitzada i absorbida. En general es metabolitza amb força rapidesa, arribant al torrent sanguini en 15-20 minuts i presentant els nivells màxims en sang al voltant 45-60 minuts després del consum. No obstant això, en algunes persones aquest procés pot trigar entre 2 i 3 hores (11).

De la cafeïna que prenem, la meitat aproximadament es metabolitza o degrada lentament en el fetge durant un temps entre 3h 30min i 5 hores després del seu consum, romanent la resta en la sang i metabolitzant-se després poc a poc. Poden quedar rastres de la cafeïna en sang fins a 24hores després del seu consum (12).

La cafeïna es metabolitzada al fetge per la isoenzima del citocrom P-450 (CYP), subfamília 1A, gen 2 (CYP1A2) per desmetilació de cafeïna (95%), transformant-la en paraxantina (85%), teobromina (10 %) i teofilina (5%), excretant-se només l'1% com cafeïna inalterada per la orina (13).

A més, diversos estudis demostren que la cafeïna augmenta l'oxidació de lípids en esports de resistència, aquest seria un dels motius pels quals la cafeïna millora el rendiment esportiu ja que gràcies a aquesta es poden utilitzar aquests lípids com a substrats d'energia (14)(15).

Els factors que afecten al metabolisme de la cafeïna poden ser:

- Farmacocinètics

Les concentracions de cafeïna poden disminuir si s'indueix el seu metabolisme (CYP1A2). Entre els inductors s'inclouen el fum del tabac, la carn carbonitzada, alguns vegetals crucífers com el brécol i la col de Brussel·les, un baix índex de massa corporal, el gènere masculí (16), l'edat (17) així com l'administració d'alguns fàrmacs (18).

- Farmacodinàmics

La cafeïna produeix efectes analgèsics additius quan s'administra amb uns altres analgèsics, especialment els AINE. Els resultats són contradictoris, en alguns estudis es

redueix la sensació de borratxera però el rendiment psicomotor no millora, en uns altres milloren tots dos paràmetres i finament en uns altres la cafeïna no modifica la intoxicació per alcohol (6). A més, la cafeïna potencia els efectes de reforçament i estimulants de la nicotina oral (19).

3.2.4 Efectes sobre la salut

Les metilxantines tenen totes efectes similars, encara que d'intensitat variable. Per ordre de major a menor intensitat són la teofil·lina, la cafeïna i finalment la teobromina (20).

- Efecte sobre el SNC

La cafeïna produeix de forma dosi dependent una activació generalitzada del SNC, possiblement en augmentar l'alliberament de noradrenalina (21). Augmenta l'alerta, Redueix la sensació de cansament i fatiga, augmenta la capacitat de mantenir un esforç intel·lectual i manté l'estat de vigília tot i la privació de son (22).

- Efecte sobre el Sistema Respiratori

Les metilxantines estimulen el centre respiratori i són broncodilatadores. La teofilina és la més utilitzada clínicament, tot i que el marge terapèutic és estret i pot provocar efectes adversos severos. La cafeïna millora discretament la funció respiratòria, en augmentar la contractilitat del diafragma (23).

- Efecte sobre el sistema cardiovascular

La cafeïna augmenta la pressió arterial, la força de contracció i inhibeix els receptors adenosínics cardíacs (24). No obstant, contràriament al que es podia pensar, no sembla tenir efecte en la freqüència cardíaca (24)(25) i en un estudi realitzat en homes l'any 1990 el consum de cafè no es va associar amb un major risc de patir malaltia coronària (26).

- Efectes sobre el càncer

Nombrosos estudis han intentat determinar l'associació entre la ingesta de cafè, de te i el càncer, però aquestes associacions no estan establertes per a molts càncers. En un estudi molt potent realitzat recentment a Utah es va observar que la ingesta de te disminuïa el

risc de càncer en general i la de cafè, tot i no disminuir el risc general, disminuïa el risc de patir càncer d'endometri (27).

3.2.5 Rendiment esportiu i dopatge.

- **Efectes en el rendiment esportiu**

La cafeïna és la metilxantina més activa per millorar el rendiment físic perquè produeix vasodilatació a nivell muscular i augmenta la resposta contràctil a l'estímul nerviós (28) (21). A més, entre els beneficis associats a la ingesta de cafeïna en els esportistes s'inclouen retard en la sensació de fatiga (29), reducció de les sensacions de dolor i esforç (30) o estimulació de l'activitat motora (31).

En alguns estudis s'observa que la cafeïna és efectiva per a millorar el rendiment en atletes entrenats quan es consumeix en dosis moderades (3-6 mg / kg) (32) però per contra, en general, no s'obté una millora addicional en el rendiment quan es consumeixen dosis altes (≥ 9 mg / kg) (33).

En una investigació realitzada amb ciclistes en una prova de contrarellotge, els ciclistes que van prendre 6 mg/kg, no van augmentar el seu rendiment en comparació als que havien pres 3 mg/kg. (34).

En dosis baixes de cafeïna (<3mg / kg) el seu efecte és més controvertit. En un estudi en el qual atletes ingeriren 150-200 mg de cafeïna en forma cafè 1 hora abans de l'exercici, aquests van millorar el seu rendiment en una cursa de 1500 metres (35). No obstant això, en un altre estudi on 98 corredors consumiren 90 mg de cafeïna a través de la ingesta de begudes energètiques i completaren un recorregut de 18 km tres vegades en 8 dies, no es va trobar cap efecte d'aquesta dosi baixa de cafeïna en el rendiment (36) i en un estudi realitzat amb ciclistes on es va administrar placebo, 1 mg/kg, 2mg/kg o 3mg/kg de cafeïna el rendiment en una contrarellotge de 15 minuts no va millorar amb la dosi de 1 mg / kg però sí que ho va fer amb les dosis de 2 i 3 mg/ kg (37).

Com s'ha vist existeixen evidències consistents i nombroses troballes dels efectes ergogènics de la cafeïna en els exercicis aeròbics, per contra, l'efecte de la cafeïna en el

rendiment anaeròbic és més controvertit. Alguns autors asseguren que en exercicis intensos que duren entre 15segons i 3 minuts i que depenen del metabolisme glucolític per dur-se a terme, la cafeïna sembla no exercir cap efecte positiu, a causa del increment de les concentracions de lactat, que disminueixen el pH intracel·lular (38).

En un altre estudi, realitzat en homes entrenats en força, suplementats amb 6 mg/kg de cafeïna i sotmesos a proves de banc per a braços i cames, tampoc es varen trobar increments significatius de la força (39). No obstant, en un altre estudi es van trobar millores significatives per a la prova de banc per a braços però no es van trobar canvis significatius en la prova d'extensió de cames (40).

En conclusió, la cafeïna és utilitzada sovint pels atletes a causa dels efectes ergogènics reportats. Tres semblen els mecanismes pels quals la cafeïna pot millorar el rendiment físic: 1) augmentant la mobilització de calci intracel·lular; 2) augmentant l'oxidació d'àcids grassos lliures; 3) servint com a adenosina antagonista del receptor en el sistema nerviós central. Aquest últim, sembla el mecanisme més plausible implicat en l'efecte ergogènic recentment documentat. (41) (42) (43).

- Possibles efectes adversos

La forma més comú de consumir la cafeïna entre els atletes és a través de begudes energètiques i és important considerar que aquests productes són molt populars no només en adults sinó també en adolescents. Alguns estudis recents revelen que la ingesta freqüent o excessiva de begudes calòriques esportives i de les begudes amb cafeïna i alts continguts amb sucre poden induir taquicàrdia, arrítmies cardíques, hipertensió i insuficiència cardíaca i augmenten substancialment el risc de sobrepès o obesitat en nens i adolescents (44).

A més, diversos estudis de casos han descrit deliris i al·lucinacions després de grans ingestes de cafeïna per persones amb i sense esquizofrènia (45) (46).

No obstant l'efecte advers més conegut és l'insomni. Alguns estudis indiquen que la cafeïna pot produir efectes perjudicials en el somni resultants de l'excitació fisiològica, provocant somnolència diürna (47) (48).

La farmacologia d'aquest efecte diürètic sembla estar principalment mediada per la cafeïna i els receptors d'adenosina. Alguns estudis suggereixen que el ronyó no és l'únic òrgan implicat, el fetge també podria participar en l'efecte diürètic de la cafeïna (49). En el ronyó, intervenen dos mecanismes principals: el bloqueig del feedback tubuloglomerular i la inhibició de la reabsorció de sodal per TCP i en el fetge, la cafeïna s'oposava al reflex hepatorenal induït per adenosina intrahepàtica. Aquests efectes sinèrgics resulten en un augment de la diüresi, de la deshidratació i del desequilibri electrolític per això és molt important combinar la ingesta de cafeïna amb una adequada hidratació, especialment en els esportistes.

- Dopatge

Reconegut com a estimulant, la cafeïna s'utilitza principalment, com ja s'ha dit, per a millorar la funció cognitiva i el rendiment físic i per aquest motiu, ha estat considerada com una substància dopant i prohibida en la competició esportiva fins a l'any 2004 (50) si es sobrepassaven els 12 mcg / ml en orina. Per arribar a aquestes quantitats i donar positiu seria necessari ingerir unes 7 o 8 tasses de cafè i recollir una mostra 2-3 hores després de la ingesta.

A les llistes de substàncies prohibides en l'esport des de l'any 2004 ja no consta com a prohibida i per això actualment es pot consumir sense limitacions (51).

4. Hipòtesis

La cafeïna és un aliment que està a l'ordre el dia i és utilitzat habitualment tant per esportistes com per les persones no esportistes per tal de millorar el rendiment ja sigui en l'esport o en les tasques quotidianes. Són moltes les persones que la consumeixen ja sigui en forma de cafè, te, cacau o altres begudes i sembla ser que els seus efectes són satisfactoris, per això en aquest estudi amés d'observar els efectes generals s'observaran les diferències entre els consumidors habituals i els no habituals.

La dosis administrada de cafeïna influeix també en l'efecte sobre el rendiment. Dosis entre 3 mg/kg i 6 mg/kg semblen esser les ideals per als esportistes però en aquest estudi s'administraran dosis d'entre 1 i 2 mg/kg, el que equival més o menys a una beguda energètica estàndard.

En el meu cas, l'interès per l'esport, en especial per els esports de muntanya, ha estat un fet clau per a la realització d'aquest estudi i el fet de realitzar jo un estudi d'intervenció amb esportistes em suposa un repte important.

La hipòtesis principal plantejada és la següent:

-El consum de cafeïna a dosis moderades-baixes augmenta el rendiment del ciclista en la contrarellotge.

5. Objectius

5.1 Objectiu general

- Estudiar la influència de la suplementació amb cafeïna en el rendiment físic d'individus que practiquen activitats esportives intenses i de llarga durada.

5.2 Objectius secundaris

- Identificar els tipus de suplements amb cafeïna per a esportistes, que es troben en establiments especialitzats i caracteritzar la seva composició en cafeïna
- Caracteritzar els hàbits alimentaris i la ingesta habitual de cafeïna dels ciclistes participants en l'estudi
- Caracteritzar antropomètricament els individus participants en l'estudi
- Analitzar la influència de la suplementació amb cafeïna en el rendiment físic i en la percepció de l'esforç

6. Metodologia

6.1 Tipus d'estudi, grup i tipus d'intervenció

6.1.1 Participants

L'estudi va consistir en la realització de dues proves de contrarellotge en ciclistes, separades per una setmana, en la primera de les proves es va administrar en un grup de 8 ciclistes de muntanya amb experiència, la majoria integrants del Club Ciclista es Pedal del poble de Bunyola i 5 dels quals federats a la federació balear de ciclisme, dosis baixes de cafeïna, d'entre 1 i 2 mil·ligrams per quilogram de pes corporal mitjançant una càpsula i en la segona una capsula de placebo per tal de veure l'efecte de la cafeïna en el rendiment esportiu. Els 8 participants tenien una mitjana de 40 anys, 177 cm, 71 kg, 20 anys practicant l'esport i 9 hores d'entrenament a la setmana. Els participants varen ser informats del propòsit, els objectius i el procediment, abans de donar el seu consentiment a formar part de la mostra del mateix. (Annex 1)

6.1.2 Disseny experimental

Es va realitzar disseny de simple cec, en el que la persona responsable de l'estudi sabia en cada ocasió quina càpsula administrava (cafeïna o placebo) però els participants de l'estudi no. L'ordre de realització de les proves va ser aleatoritzat. Alguns dels subjectes participants eren consumidors habituals d'aminoàcids essencials abans de l'entrenament per aquest motiu es va decidir que tots, els consumidors habituals i els no habituals, consumissin aquests aminoàcids abans de la prova, evitant així possibles variacions en el rendiment provocades pels components d'aquest comprimit. Els subjectes havien de realitzar la mateixa prova en dues ocasions, separades amb un interval d'una setmana, el mateix dia i hora i amb el mateix entrenament i ingesta alimentària previs per tal de minimitzar al màxim les possibles variacions produïdes per factors aliens a la cafeïna. A més, es fa afegir una tercera prova entre setmana en la qual els participants no varen consumir ni aminoàcids ni càpsules per poder determinar, d'aquesta manera, també l'efecte dels aminoàcids. Les dues contrarellotges en les quals consumiren aminoàcids i càpsula i sobre les quals es centrà l'estudi seran anomenades, prova 1 i prova 3, la tercera prova afegida posteriorment entre les dues originals i en la qual no consumiren res serà anomenada prova 2 .

Com ja s'ha dit, en la prova 1 els participants ingeriren 100mg de cafeïna, a través del consum d'una capsula, aconseguint d'aquesta manera una dosi d'entre 1 i 2 mil·ligrams de cafeïna per kilogram de pes. A més de la cafeïna, com s'ha dit anteriorment, varen consumir 5 comprimits d'aminoàcids essencials. En la prova 3 els participants ingeriren, igualment, els 5 comprimits d'aminoàcids i la capsula sense cafeïna. Els aminoàcids i la càpsula utilitzats varen ser subministrats per la tenda Naturlife de Palma de Mallorca i aquesta última va esser elaborada expressament per a l'estudi. Els valors nutricionals en 5 comprimits d'aminoàcids es mostren a continuació (Taula 1).

Informació nutricional per 5 comprimits

Valor energètic	20 Kcal
Proteïnes (g)	5.0
Carbohidrats (g)	0.0
Lípids (g)	0.0

Aminograma

L-Leucina	982,00 mg
L- Valina	828,50 mg
L-Isoleucina	741,50 mg
L-Lisina	714,50 mg
L-Fenilalanina	644,50 mg
L-Treonina	555,50 mg
L-Metionina	349,50 mg
L-Triptòfan	184,00 mg

Taula 1. *Informació nutricional i aminograma dels comprimits d'aminoàcids*

El producte estava format exclusivament d'aminoàcids ramificats i altres essencials i, per això, el seu valor calòric era molt baix

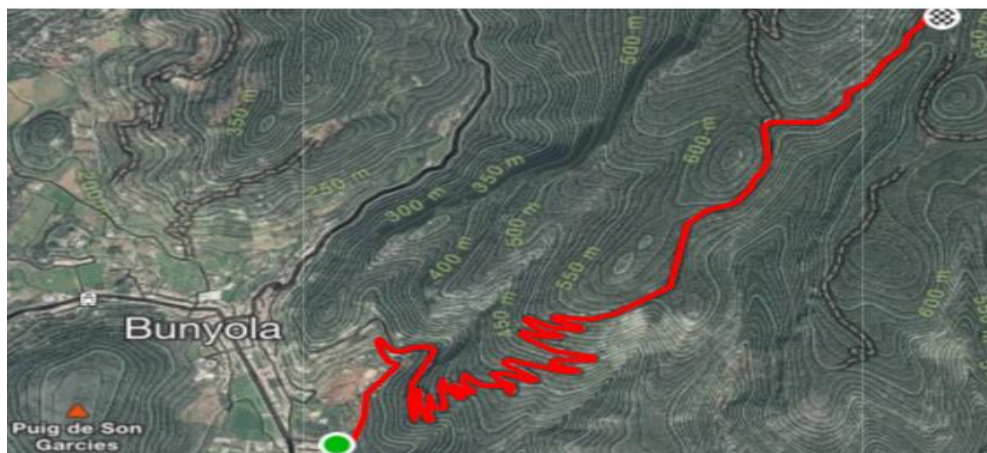
Per tal d'evitar que els participants descobrissin la composició, es varen preparar les capsules prèviament a fora del seu envàs de tal manera que els participants els dos dies d'intervenció trobaren les càpsules, exactament iguals, ja preparades. Els participants varen ingerir la càpsula i els aminoàcids 30 minuts abans de la realització de les proves per tal de permetre la completa absorció de la cafeïna, mentrestant es va explicar el procediment i els ciclistes van realitzar un petit escalfament.

Es va escollir administrar el producte en forma de càpsules degut a que en l'estudi realitzat per Graham, ja anomenat anteriorment (8), es va determinar que les càpsules eren el

producte que més efecte produïa sobre el rendiment en comparació amb altres formes d'administració.

6.1.3 Característiques de la prova

Les proves es van realitzar els dies 8, 12 i 15 de juliol a les 19 de la tarda i van consistir en una contrarellotge de 6'76 km per la pista forestal d'una muntanya del poble de Bunyola, situat a Mallorca. La sortida estava situada a 211 metres per sobre del nivell del mar, el primer quilòmetre era de pista asfaltada i els 6 primers quilometres eren de pujada amb una pendent mitjana del 6%, un desnivell acumulat de 419 metres i una altura màxima de 630 metres per sobre del nivell del mar, finalment, els últims metres eren amb lleuger descens fins arribar a la meta situada a 609 metres per sobre del nivell del mar. Durant els tres dies d'intervenció es van recollir dades meteorològiques com temperatura a l'inici i al final, humitat relativa o vent tant al quilòmetre 0 com a la cima de la muntanya a la pàgina de l'Aemet.



6.2 Recollida de dades d'hàbits i ingesta de cafeïna

Abans de la realització de la prova 1 es va administrar un qüestionari amb preguntes relacionades amb l'esport realitzat, l'estil de vida, els hàbits alimentaris, o el consum habitual de cafeïna per tal de caracteritzar el màxim les variables de l'estudi i d'aquesta manera intentar explicar millor els resultats obtinguts. (Annex 2)

Per tal de treure la màxima informació sobre la dieta es va realitzar un qüestionari de freqüència de consum abans de la prova 1 (Annex 3) i també dos recordatoris 24 h (Annex 4) abans de les proves 1 i 3. Les dades dels recordatoris 24h es varen passar a un programa informàtic per a fer la valoració de la ingesta i així obtenir les calories ingerides per cada participant el dia anterior de les proves i per detallar la ingesta de macro i micronutrients, a més es va donar especial importància a tots els productes consumits que contenien cafeïna per tal de determinar la ingesta de cafeïna el dia anterior a les proves. En el segon recordatori 24h també hi havia un apartat en el qual es preguntava sobre si l'entrenament havia estat el mateix que el previ a la primera prova.

Per altra banda, les dades del qüestionari de freqüència es van valorar qualitativament, mitjançant 10 variables sobre el consum dels diferents grups d'aliments, segons els paràmetres de l'índex d'alimentació saludable espanyol-IASE (52), diferenciant d'aquesta manera els que realitzaven una dieta saludable, una dieta amb necessitat de canvis o una dieta poc saludable. Els grups d'aliments eren el de cereals, fruites, verdures, lactis, aliments proteics, llegums, embotits, sucres i begudes ensucrades i s'atorgaven puntuacions de 10, 7,5, 5, 2,5 o 0 punts segons la freqüència de consum d'aquests. Les màximes puntuacions s'atorgaven al consum diari de cereals, fruites, verdures i lactis, al consum d'entre 1 i 2 vegades a la setmana de llegums i productes proteics i a no consumir mai o gairebé mai embotits, sucres i begudes ensucrades.

En el qüestionari de freqüència de consum hi havia, a més, un apartat específic en el qual es demanava la freqüència de consum de diferents productes que contenen cafeïna, com per exemple diferents tipus de cafès, te, begudes energètiques o xocolates per tal de conèixer la ingesta habitual de cafeïna dels participants en l'estudi i observar les possibles diferències en el rendiment entre els consumidors habituals i els que habitualment no en consumien. Per a fer aquest apartat es va fer abans una cerca per identificar els productes

que contenen cafeïna que més es consumeixen i així poder elaborar una taula amb la seva composició de cafeïna (Taula 2). Amb aquestes dades es va poder obtenir el consum mitjà de cafeïna en mg/dia segons la base de dades del departament d'agricultura dels Estats Units (USDA).

Cafè o begudes obtingudes del cafè	Mida ració	Cafeïna (mg)
Cafè instantani	250mL	76 – 106
Cafè amb gel	250mL	59 – 80
Espresso curt	40 mL	64-90
Café amb llet	250 mL	45-75
Descafeïnat	250 mL	3 – 15
Licor de cafè	45 mL	4-14
Cafè instantani descafeïnat	250mL	3-5
Espresso descafeïnat	30 mL	0
Te		
Te gelat edulcorat	355 mL	15-67
Te negre	250 mL	43-80
Te verd	250 mL	25-45
Te descafeïnat	250 mL	0-5
Te d'herbes	250 mL	0
Refrescos i begudes energètiques		
Begudes energètiques de diversos tipus	250mL	80-100
Red bull	250 mL	80
Cola	355 mL	30
Monster	500 mL	169
Productes a base de cacau		
Xocolata negra	40g	27
Xocolata calenta	250 mL	5-12
Xocolata amb llet	40g	8-12
Brownie	24-34g	1-4
Yogurt de xocolata	175 g	4
Pudding	125mL	2
Gelat de xocolata	125mL	2

Taula 2. *Quantitat de cafeïna en diversos productes (Font: Elaboració pròpia a partir de les dades del United States Department of Agriculture –USDA- i de la Canadian Nutrient File 2015)*

6.3 Recollida de dades antropomètriques

Abans de la realització de la prova 3, es varen prendre mesures antropomètriques (Annex 5) als participants. Amb una bàscula i tallímetre es va mesurar el pes i la talla, i amb una cinta mètrica es va mesurar; perímetre canell, perímetre braç relaxat, perímetre braç flexionat, perímetre cuixa anterior, perímetre cintura, perímetre maluc.

A partir d'algunes d'aquestes dades s'ha calculat:

- Índex de massa corporal: $IMC = \text{pes} / (\text{talla})^2$
- Complexió: a partir del perímetre del canell
- Índex cintura-maluc: $ICM = \text{cintura} / \text{maluc}$

6.4 Recollida de dades de rendiment físic

Per tal d'avaluar el rendiment físic es va mesurar:

- Temps que tardaven els esportistes en realitzar la pujada.
- Velocitat mitjana
- Freqüència cardíaca inicial, la mitjana, en els casos dels esportistes que disposaven de rellotges electrònics, i la final just a l'acabar la prova i 1 minut després de la finalització.
- El pes perdut durant la prova. Es varen pesar tots els participants abans i just al finalitzar la prova, comptabilitzant la ingesta de líquids, si aquesta s'havia produït.

A partir d'aquestes dades s'ha calculat:

- % Pes habitual: $(\text{pes inicial} / \text{pes}) \times 100$
 - % Pèrdua de pes = $((\text{pes inicial} - \text{pes final}) / \text{pes inicial}) \times 100$
 - Taxa de sudoració = $((\text{pes inicial} - \text{pes final}) + \text{líquid ingerit}) / \text{temps}$
-
- La percepció de l'esforç mitjançant el test de Borg (Annex 6)

Abans de les proves 1 i 3, les quals eren les més importants per als objectius de l'estudi, es recolliren totes aquestes dades, per contra, en la prova 2 només s'obtingueren mesures de temps, velocitat mitjana i freqüència cardíaca mitjana, màxima, final i inicial (Taula 3).

Prova 1	Prova 2	Prova 3
(aa+100mg cafeïna)	(res)	(aa + placebo)
08/06/2018	12/06/2018	15/06/2018
N=8	N=8	N=7
<u>Dades rendiment físic:</u>	<u>Dades rendiment físic:</u>	<u>Dades rendiment físic:</u>
- Temps	- Temps	- Temps
- Velocitat	- Velocitat	- Velocitat
- Pes abans i després	- Freqüències	- Pes abans i després
- Taxa de sudoració	cardíacues	- Taxa de sudoració
- Freqüències cardíacues		- Freqüències cardíacues
- Test de Borg		- Test de Borg
<u>Recollida de dades:</u>		<u>Recollida de dades:</u>
- Estil de vida		- Antropometria
- Freqüència de consum		- Recompte 24 hores
- Recompte 24 hores		

Taula 3. *Característiques de les tres proves*

Sis dels participants disposaven de l'aplicació Strava, una aplicació per a ciclistes que funciona mitjançant GPS i arrenca i atura el cronòmetre automàticament a l'inici i final del tram de pujada, a més dona dades de la velocitat i de la freqüència cardíaca en cada moment del tram així com la freqüència cardíaca mitjana i màxima, de totes maneres es cronometraren manualment els 8 participants per assegurar la veracitat del resultats.

Els altres dos participants que no disposaven de Strava disposaven alhora de rellotges electrònics que mesuraven el temps, la velocitat mitjana i la freqüència cardíaca mitjana i màxima, en el seu cas no es pogueren obtenir dades sobre la FC inicial. També s'ha

mesurat la freqüència cardíaca 1 minut després de finalitzar la proves 1 i 3 a tots els participants.

Es volien comptabilitzar també les kilocalories consumides i els watts mitjans de la prova però la variabilitats entre les mesures i la poca veracitat en els resultats obtinguts en les calories i el fet de que només 3 participants comptaven amb potenciòmetre per mesurar els watts van provocar que es suprimissin aquestes mesures.

El test de Borg es va entregar a la finalització de les proves 1 i 3, per tal d'obtenir la percepció de l'esforç després de cada una d'elles. El qüestionari és sobre 10 punts, essent 10 un esforç màxim i 0 un esforç mínim.

6.5 Tractament de les dades

Les dades obtingudes en els qüestionaris s'han incorporat a una base de dades utilitzant el programa Excel. Per valorar la ingesta dels nutrients i energia a partir de les dades dels recordatoris 24h s'ha utilitzat el programa nutricional informàtic Easydiet®, desenvolupat per Bicentury i l'Associació Espanyola de Dietistes i Nutricionistes.

Per realitzar l'anàlisi estadístic descriptiu i comparació de mitges s'ha utilitzat el programa SPSS. S'ha considerat com a diferència estadísticament significativa una $p < 0,05$.

7. Resultats

7.1 Resultats qüestionari estil de vida

Analitzant els resultats del qüestionari d'estil de vida i hàbits alimentaris s'observa que el grup de participants té una mitja d'edat de 40 ± 13 anys, $177 \pm 4,6$ cm d'altura i $70,6 \pm 6,4$ kg de pes, porta practicant ciclisme 20 ± 9 anys i entrena 9 ± 3 hores a la setmana, cinc dels ciclistes estan federats i cap d'ells realitza dieta ni tenen al·lèrgies alimentàries. Tres dels participants es consideren consumidors habituals de cafeïna.

S'ha observat que els ciclistes no federats són els més joves; a més, els de més edat són els que realitzen més àpats fora de casa, sobretot l'esmorzar de mig matí i el dinar.

Per acabar, contràriament al que es podia esperar, els qui es consideren persones molt actives tenen un consum menor de cafeïna en comparació a aquells ciclistes que es consideren simplement persones actives.

7.2 Resultats ingesta alimentària

7.2.1 Qüestionari de freqüència de consum

Segons els resultats obtinguts del qüestionari de freqüència de consum d'aliments (QFCA), dels tres participants que es consideren consumidors habituals de cafeïna, un d'ells està al grup dels qui consumeix de 3 a 5 mg/kg per dia i els altres 2 entre 1 i 3 mg/kg per dia. Dels cinc que no es consideren consumidors habituals segons la resposta del qüestionari d'estils de vida, el més destacable és que un d'ells està al grup dels qui consumeix de 3 a 5 mg/kg per dia. Per altra banda els dos participants que consumeixen <1 mg/kg de cafeïna al dia, com era d'esperar, es considera no consumidor.

Segons l'edat, s'observa que els majors consumidors de cafeïna són aquells que tenen més de 45 anys en comparació als que tenen menys de 45 anys ($77,50 \pm 71,82$ mg/dia vs. $207,50 \pm 124,46$ mg/dia), però en els dos grups d'edat el consum mig es situa entre 1-3 mg/kg al dia (taula 4).

Grup població		Consum cafeïna (mg/dia)	Consum cafeïna (mg/kg/dia)
Homes de menys de 45 anys	Media	77,5000	1,1550
	N	4	4
	Desviación estándar	71,82154	1,04800
	Mínimo	,00	,00
	Máximo	170,00	2,39
Homes de més de 45 anys	Media	207,5000	2,8275
	N	4	4
	Desviación estándar	124,46552	1,64792
	Mínimo	80,00	1,07
	Máximo	350,00	4,73
Total	Media	142,5000	1,9913
	N	8	8
	Desviación estándar	116,95542	1,56005
	Mínimo	,00	,00
	Máximo	350,00	4,73

Taula 4. Resultats de consum de cafeïna expressats en mg/dia i mg/kg/dia, segons grup d'edat.

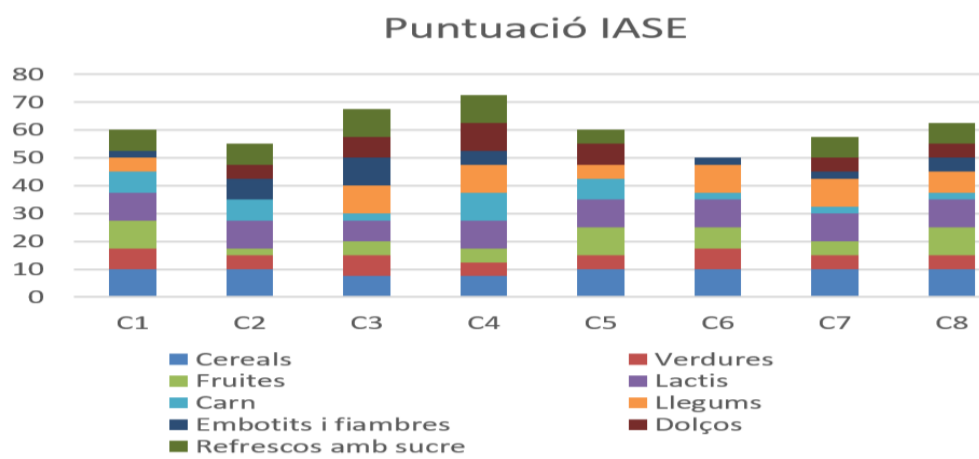
Les diferències entre grups d'edat no són significatives.

Observant la freqüència de consum dels diferents grups d'aliments i la puntuació final de l'índex d'alimentació saludable espanyol (IASÉ) s'observa que tots els participants obtenen una puntuació d'entre 50 i 80 (taula 5) i, per tant, estan segons la classificació d'alimentació dins la categoria de “necessita canvis”. No s'han obtingut diferències significatives segons els factors grup edat, percepció de consum de cafeïna i consum de cafeïna.

Grup població		Puntuació IASE
Total	Media	60,688
	N	8
	Desviación estándar	6,7397
	Mínimo	51,0
	Máximo	71,0

Taula 5. Resultats de la puntuació de l'IASÉ per a tot el grup d'estudi.

Els grups d'aliments amb menys puntuació han estat el de dolços, embotits i carns dels quals hi ha un consum excessiu, per contra en els grups de llet i derivats i de cereals i derivats tots els participants han obtingut puntuacions altes. (Taula 6)



Taula 6. Resultats de la puntuació de l'IASE que ha obtingut cada ciclista i porció que aporta cada grup d'aliments.

No s'ha trobat relació amb la puntuació de l'IASE i els factors edat, percepció de consum de cafeïna i consum real de cafeïna.

S'ha observat també que hi ha algunes incongruències entre el qüestionari de freqüència de consum i el recordatori 24h com per exemple en els casos del C3 que va respondre que només consumia fruita 1 o 2 dies a la setmana i els dos dies del recordatori va consumir un plàtan, del C4 el qual va respondre que no consumia mai o gairebé carn i el dia del primer recordatori va menjar una paella mixta amb talls de carn o el cas del C5 el qual va respondre que consumia llegums menys d'una vegada per setmana i el dia del primer recordatori va menjar cigrons.

S'ha trobat una associació no significativa curiosa entre el consum de begudes de cola i el consum de cafeïna, els 2 participants que consumeixen entre 3 i 5 mg/kg de cafeïna no consumeixen mai o gairebé mai aquest tipus de begudes, per contra els dos ciclistes que consumeixen menys de 1 mg/kg les consumeixen diàriament.

Finalment, pel que fa l'edat, els majors de 45 anys consumeixen en general més carn i menys hidrats de carboni que els menors de 45.

7.2.2 Recordatori 24h

Es varen realitzar els dos recordatoris de 24h abans de les proves 1 i 3 però en la prova 3 va fallar un participant i, per tant, només es varen poder obtenir 7 mostres.

El primer que s'ha observat es que 4 dels participants havien realitzat el mateix entrenament i 3 d'ells havien realitzat un entrenament major.

Els resultats mitjans sobre el metabolisme basal han sigut de 1644 ± 91 kcal/dia. Com és normal el metabolisme basal és major en els corredors més joves i al ser aquests els que menys cafeïna consumeixen, com s'ha dit anteriorment, el metabolisme basal és major en els consumidors de <1 mg/dia cafeïna. Sorpren, sobretot, que el C4, segons el primer recordatori, ha ingerit menys calories que el seu metabolisme basal.

La ingesta calòrica en la primera prova ha sigut significativament superior en els consumidors habituals de 3-5 mg/kg/dia ($p=0,040$) però no s'ha trobat associació en el segon registre (Taula 7).

Consum cafeïna	% ingesta energí sobre MB	
	Prova 1	Prova 3
< 1 mg/kg	$111,10 \pm 16,88$	$121,29 \pm 7,08$
1-3 mg/kg	$126,10 \pm 3,15$	$135,04 \pm 16,45$
3-5 mg/kg	$140,16 \pm 2,86$	$134,37 \pm 25,02$
Nivel significació	$P = 0,040^*$	$P = 0,679$

Taula 7. Resultats migs del percentatge d' ingesta calòrica sobre MB del grup de participants segons el consum de cafeïna, obtinguts a partir del R24H a les proves 1 i 3. Hi ha diferències significatives ($p<0,05$) en la prova 1.

Amb el resultat del més jove dels participants, el qual va consumir, segons el primer registre de 24 hores, menys calories que el seu metabolisme basal podem intuir que els resultats obtinguts infraestimen el consum real de calories. Els registres no es varen poder realitzar de manera exhaustiva, com m'hagués agradat, per la falta de temps i això sumat a que el programa Easy diet tendeix a infraestimar les calories explica les quantitats baixes de calories totals obtingudes en els dos registres.

Per altra banda s'ha observat que el consum mitjà diari de cafeïna obtingut a partir del QFCA, al contrari que passa amb alguns aliments, com hem vist anteriorment, es correspon totalment amb la quantitat de cafeïna ingerida en els 2 registres de 24 hores,

excepte en la prova 1 en què els del grup de 3-5 mg/kg van fer una ingesta mitja de cafeïna inferior a 3 mg/kg (Taula 8).

Consum cafeïna	Cafeïna (mg/dia)		Cafeïna (mg/kg/dia)	
	Prova 1	Prova 3	Prova 1	Prova 3
< 1 mg/kg	15,00 ± 21,20	15,00 ± 21,20	0,195 ± 0,276	0,192 ± 0,272
1-3 mg/kg	72,50 ± 5,00	70,00 ± 0,00	1,072 ± 0,122	1,082 ± 0,148
3-5 mg/kg	200,00 ± 28,28	250,00 ± 98,99	2,695 ± 0,460	3,394 ± 1,459
Nivel significació	P = 0,000**	P = 0,020*	P = 0,001**	P = 0,028*

Taula 8. Resultats migs de consum de cafeïna del grup de participants segons el nivell de consum de cafeïna, obtinguts a partir del R24H a les proves 1 i 3 i expressats en mg/dia i en mg/kg/dia. Hi ha diferències molt significatives ($p < 0,01$) en la prova 1 i diferències significatives en la prova 3 ($p < 0,05$).

Els que no consumeixen cafeïna segons la resposta del qüestionari d'estils vida, han consumit significativament menys àcids grassos saturats que els consumidors ($p = 0,014$) (Taula 9) però no s'ha trobat associació d'aquests en la prova 3 i per tant no resulta rellevant.

	AGS (g)		AGS (%)	
	Prova 1	Prova 3	Prova 1	Prova 3
Consum no habitual	17,80 ± 3,96	23,80 ± 4,55	7,86 ± 1,24	9,72 ± 1,47
Consum habitual	25,00 ± 2,00	16,00 ± 5,66	10,50 ± 0,50	7,20 ± 1,98
Nivel significació	P = 0,028*	P = 0,109	P = 0,014*	P = 0,116

Taula 9. Resultats mitjans de AGS del grup de participants segons la percepció de consum de cafeïna, obtinguts a partir del R24H a les proves 1 i 3 i expressats en g/dia i en percentatge. Hi ha diferències significatives ($p < 0,05$) en la prova 1.

Segons el grup d'edat només s'han trobat diferències significatives en la ingesta de colesterol en la prova 1 però en els dos recordatoris 24 hores s'ha trobat un consum més elevat de colesterol en el grup d'edat de major de 45 anys (Taula 10).

Edat	Colesterol (mg/dia)	
	Prova 1	Prova 3
< 45 anys	134,00 ± 34,20	138,75 ± 14,64
> 45 anys	184,75 ± 13,60	148,33 ± 48,75
Nivell significació	P = 0,033*	P = 0,718

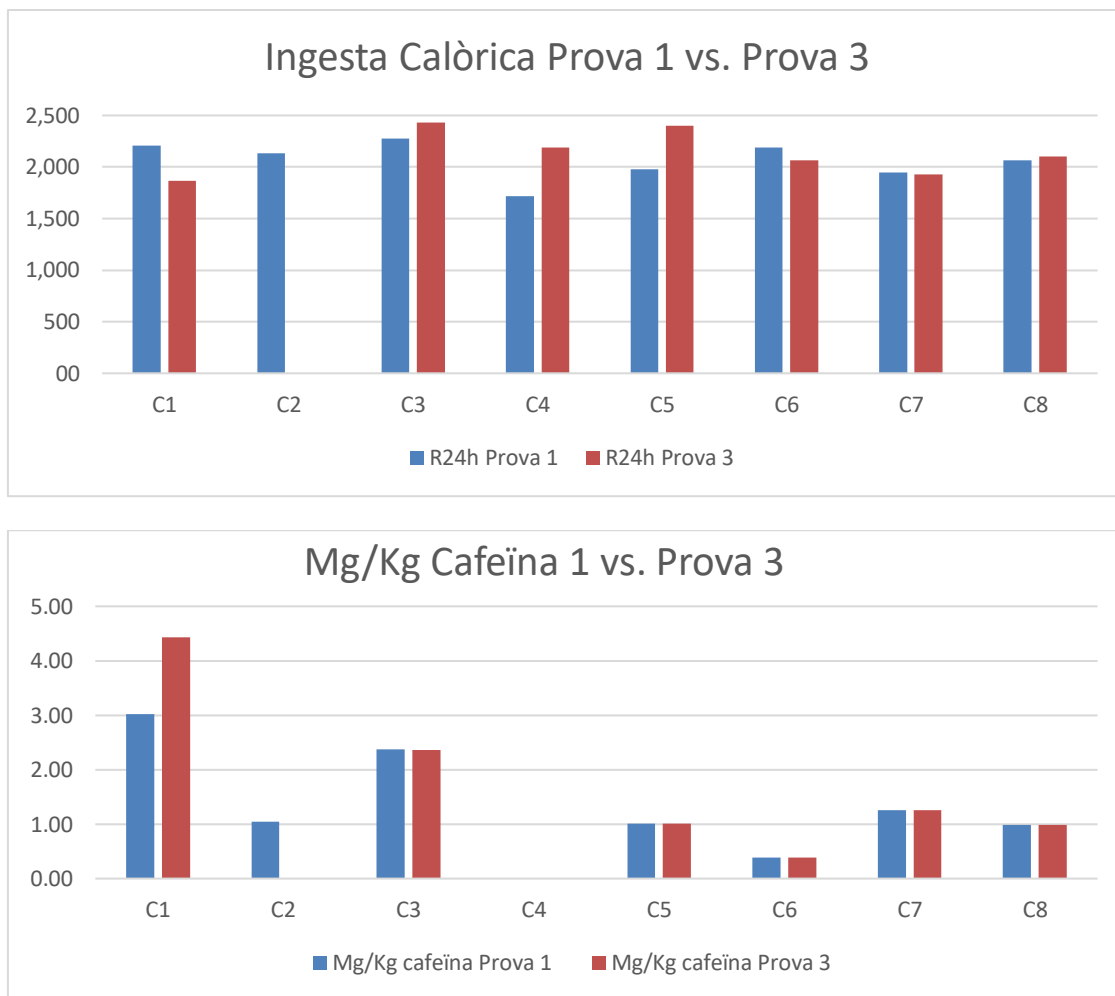
Taula 10. Resultats mitjans de colesterol del grup de participants segons l'edat, obtinguts a partir del R24H a les proves 1 i 3 i expressats en mg/dia. Hi ha diferències significatives ($p < 0,05$) en la prova 1.

Comparant els resultats mitjans d'ingesta calòrica, consum diari de cafeïna en mg, en mg/kg i de cafeïna més el suplement en mg/kg dels dos registres s'ha observat que el segon dia, de mitjana, han augmentat lleugerament el consum energètic (2053 ± 191 kcal/dia vs. 2140 ± 216 kcal/dia) i el consum de cafeïna ($1,28 \pm 1,06$ mg/kg vs. $1,49 \pm 1,48$ mg/dia) (Annex 7). Òbviament la quantitat de cafeïna + suplement per kg ha sigut molt major en la prova 1 ($2,73 \pm 1,04$ mg/kg vs. $1,49 \pm 1,48$ mg/kg), ja que va ser el dia en que es va administrar el suplement i aquest va proporcionar 100 mg extres a cada un dels participants. Tot i això, s'observa que en l'increment d'ingesta de cafeïna que ha suposat la prova 1 respecte la 3, s'han obtingut diferències molt significatives entre individus ($p=0,001$) que es deuen a una menor ingesta de cafeïna en la dieta per part del grup de 3 a 5 mg/kg, això ha fet que la diferència mitja de consum de cafeïna d'aquest grup entre les proves 1 i 3 hagi estat només de 0,646 mg/kg, mentre que els altres grups presenten una suplementació efectiva al voltant de 1,4 mg/kg (Taula 11).

Consum cafeïna	Cafeïna + suplement (mg/kg/dia)	Diferència mitja consum cafeïna Prova 1-Prova 3 (mg/kg/dia)
	Prova 1	
< 1 mg/kg	$1,590 \pm 0,127$	1,398
1-3 mg/kg	$2,558 \pm 0,325$	1,476
3-5 mg/kg	$4,040 \pm 0,509$	0,646
Nivel·l significació	$P = 0,002^{**}$	$P = 0,001^{**}$

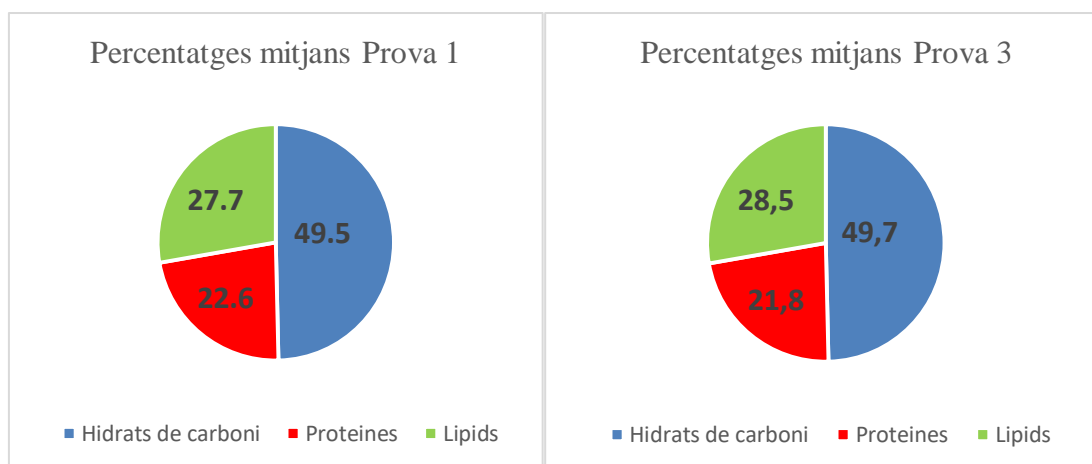
Taula 11. Resultats mitjans de consum de cafeïna del grup de participants segons el nivell de consum de cafeïna, obtinguts a partir del R24H sumant-hi el suplement de cafeïna a la prova 1 expressats en mg/kg/dia i valors de la diferència de ingesta de cafeïna total entre la prova 1 i la prova 3, expressats en mg/kg/dia. A diferència del que era d'esperar, ja que es va planificar una mateixa suplementació per a tots els individus, hi ha diferències molt significatives entre individus ($p<0,01$) en la ingesta addicional de cafeïna de la prova 1 respecte a la prova 3, ja que l'increment en el grup de 3-5 mg/kg ha estat molt menor que els de < 1 mg/kg i 1-3 mg/kg.

Analitzat la variabilitat entre individus s'observa que el C1 ha realitzat una ingesta calòrica notablement menor en el segon registre i per contra el C3, C4 i C5 han realitzat una ingesta major. Pel que fa el consum de cafeïna en els dos dies l'únic que ha variat ha estat el C1, que ha realitzat un consum superior en la prova 3, en la resta el consum ha estat exactament igual, això ens indica que la majoria tenien un hàbit marcat de consum de cafeïna diari (Taula 12).



Taula 12. Comparació consum calòric i de cafeïna per individu expressat en kilocalories i mil·ligrams per quilo, respectivament, en els dos R24h.

Comparant els percentatges mitjans de macronutrients s'ha observat que, curiosament, els dos dies són pràcticament iguals (Taula 13). En el segon registre hi ha hagut, de mitjana, un percentatge lleugerament menor de proteïnes i major d'hidrats de carboni i sobretot lípids. El percentatge major de lípids explica també que la mitjana de kcal sigui major en la segona prova.



Taula 13. Percentatges de macronutrients segons els dos registres de 24h.

Pel que fa altres paràmetres de la dieta no s'aprecien diferències importants en cap del d'ells (Annex 7). En la segona prova s'han consumit consumit de mitjana més grams de cada un dels tres macronutrients, això indica que el percentatge menor de proteïnes en la segona prova no es correspon amb el consum real d'aquesta. L'augment dels grams de proteïna és gracies a l'augment de proteïna animal.

S'observen resultats semblants en el consum de sucres, fibra i dels diferents àcids grassos. Pel que fa el consum d'alcohol prové sobretot, a través del consum d'alguna cervesa per part dels C2 i C5 en el primer registre i dels C5 i C6 en el segon.

Finalment, pel que fa les quantitats de colesterol, s'observa que en el primer registre era lleugerament superiors

7.3 Resultats paràmetres antropomètrics

Amb els resultats obtinguts de les mesures antropomètriques realitzades als ciclistes (Taula 14) s'han caracteritzat els participants.

		Pes (kg)	Talla (cm)	Index de massa corporal (kg/m2)	Canell (cm)
Total	Media	70,625	1,7625	22,613	17,4375
	N	8	8	8	8
	Desviación estándar	6,4351	,04132	1,9453	,90386

Mínimo	57,0	1,72	18,7	16,00
Máximo	77,0	1,82	24,8	18,50

		Cuixa anterior (cm)	Cintura (cm)	Maluc (cm)	Índex Cintura/Maluc
Total	Media	45,2500	83,3750	91,9375	,9025
	N	8	8	8	8
	Desviación estándar	3,22933	5,44944	3,39577	,03196
	Mínimo	39,00	75,00	87,00	,85
	Máximo	50,00	92,00	97,50	,94

		Braç relaxat (cm)	Braç flexionat (cm)	FC repòs	FC màxima
Total	Media	27,6875	31,5000	64,88	179,13
	N	8	8	8	8
	Desviación estándar	1,36113	1,36277	6,937	13,260
	Mínimo	26,00	30,00	55	166
	Máximo	30,00	34,50	75	199

Taula 14. Resultats mitjans de les mesures antropomètriques, desviació estàndar i valors mínim i màxim del grup de participants.

Tots els participants presenten un IMC dins el normopés i un Índex de cintura/maluc fora dels rangs de risc cardiovascular.

Amb l'altura i la circumferència de canell es va poder determinar la complexió dels participants, tres d'ells eren de complexió petita, tres més de complexió mitjana i els altres dos de complexió gran.

Els participants de menys de 45 anys i no consumidors de cafeïna presenten una complexió mes petita. Com ja s'ha dit abans, els mes joves eren els que menys cafeïna consumien, per tant, es normal trobar la mateixa associació en els dos paràmetres.

L'anàlisi estadística dels resultats dels paràmetres antropomètrics no mostra diferències significatives entre individus segons l'edat. Tampoc hi ha diferències significatives entre individus amb diferent consum i percepció de consum de cafeïna. Òbviament en la FC màxima teòrica es va trobar una forta associació amb l'edat ($p=0,001$) ja que aquesta s'ha calculat a partir de la edat de cada un dels esportistes.

7.4 Resultats rendiment físic

En les proves 1 i 2 participaren els 8 ciclistes però, com ja s'ha dit, en la prova 3 en va fallar un i per aquest motiu a l'hora de compara els resultats de les dues proves d'intervenció, a l'igual que passa amb el recordatori de 24 hores, el nombre de mostra és de 7.

Pel que fa les condicions meteorològiques s'ha vist que en la prova 3 la temperatura és lleugerament superior i la humitat relativa es lleugerament inferior en la prova 2, mentre que en la velocitat del vent no hi ha hagut variacions importants (Taula 15). En general les condicions no variaren de manera important i en els 3 dies hi havia condicions òptimes per a la realització de les proves.

	Temperatura inicial	Temperatura final	Humitat	Vent
Prova 1	24 °C	20 °C	78,1%	6 km/h
Prova 2	26 °C	22 °C	53,5%	10km/h
Prova 3	27 °C	22 °C	64,8%	7km/h

Taula 15. Dades meteorològiques (temperatura inicial i final, humitat relativa i velocitat del vent)

El primer que s'observa és que no hi ha significació entres les diferències de temps i velocitat de les proves 1 i 3 i l'entrenament igual o major realitzat la setmana prèvia.

Observant el percentatge de pes habitual es pot afirmar que els participants estaven ben al voltant del seu pes habitual i per tant en condicions òptimes per a la realització de les proves. En anàlisi estadística s'observa també que no hi ha diferències significatives entre la ingesta de líquids entre les 3 proves (135,71 vs. 150 ml) (Annex 8)

Pel que fa a l'estat d'hidratació i la pèrdua de pes, també s'han trobat resultats significatius en la prova 1 en el percentatge de pèrdua de pes ($p=0'008$) i en la taxa de sudoració ($p=0'006$) significativament superiors en els majors de 45 anys. Tot i això aquests resultats no es repeteixen en la tercera prova (Taula 16). En canvi, pel que fa el consum de cafeïna no s'han trobat diferències significatives entre els 3 grups (Taula 17).

Edat	% Pèrdua de pes		Taxa de sudoració (l/h)	
	Prova 1	Prova 3	Prova 1	Prova 3
< 45 anys	0,23 ± 0,19	1,11 ± 0,30	0,52 ± 0,36	1,99 ± 0,63
> 45 anys	1,03 ± 0,36	0,72 ± 0,58	1,69 ± 0,42	1,30 ± 0,70
Significació	P = 0,008**	P = 0,302	P = 0,006**	P = 0,232

Taula 16 Resultats mitjans del percentatge de pèrdua de pes i de la taxa de sudoració expressada en l/h, del grup de participants segons l'edat a les proves 1 i 3. Hi ha diferències molt significatives** ($p < 0,01$) en la prova 1.

Consum cafeïna	% Pèrdua de pes		Taxa de sudoració (l/h)	
	Prova 1	Prova 3	Prova 1	Prova 3
< 1 mg/kg	0,08 ± 0,11	1,22 ± 0,26	0,32 ± 0,46	2,32 ± 0,51
1-3 mg/kg	0,75 ± 0,42	0,90 ± 0,31	1,28 ± 0,64	1,58 ± 0,51
3-5 mg/kg	0,95 ± 0,59	0,72 ± 0,83	1,55 ± 0,67	1,24 ± 0,98
Significació	P = 0,179	P = 0,616	P = 0,198	P = 0,338

Taula 17. Resultats mitjans del percentatge de pèrdua de pes i de la taxa de sudoració expressada en l/h, del grup de participants segons el nivell de consum de cafeïna a les proves 1 i 3. No hi ha diferències significatives segons el nivell de consum de cafeïna.

Els consumidors de <1mg/dia, han obtingut millors temps i velocitats mitjanes més altes en les 3 proves en comparació als consumidors de 1-3mg/dia i els de 3-5mg/dia que obtingueren els pitjors resultats(Taula 18). Tot i això, els resultats no són significatius. Tampoc s'han trobat diferències significatives per grup d'edat.

Consum cafeïna	Temps exercici (min)		Velocitat mitja (km/h)	
	Prova 1	Prova 3	Prova 1	Prova 3
< 1 mg/kg	26,18 ± 2,14	26,04 ± 2,07	15,30 ± 1,70	15,00 ± 1,13
1-3 mg/kg	29,13 ± 2,98	30,25 ± 2,89	13,45 ± 1,38	13,00 ± 1,34
3-5 mg/kg	32,93 ± 0,56	33,47 ± 0,98	11,85 ± 0,35	11,65 ± 0,64
Significació	P = 0,106	P = 0,080	P = 0,115	P = 0,101

Taula 18. Resultats mitjans del temps realitzat en la contrarellotge i de la velocitat mitja, expressada en minuts i en Km/h, del grup de participants segons el nivell de consum de cafeïna a les proves 1 i 3. No hi ha diferències significatives segons el nivell de consum de cafeïna.

Si que s'han obtingut resultats significatius en la percepció de l'esforç del test de Borg en prova 3 on els majors consumidors de cafeïna han trobat la prova més lleugera que els no consumidors ($p = 0,031$). En canvi no hi ha diferències significatives pel que fa la FC màxima en els grups de cafeïna (Taula 19)

Consum cafeïna	FC máxima		Test de Borg	
	Prova 1	Prova 3	Prova 1	Prova 3
< 1 mg/kg	175,50 ± 12,02	174,50 ± 13,44	7,00 ± 1,41	7,50 ± 0,71
1-3 mg/kg	173,00 ± 11,40	176,33 ± 3,79	6,75 ± 0,50	7,00 ± 0,00
3-5 mg/kg	161,00 ± 1,41	162,00 ± 0,00	5,50 ± 0,71	6,00 ± 0,00
Significació	P = 0,378	P = 0,192	P = 0,216	P = 0,031*

Taula 19. Resultats mitjans de la FC máxima obtinguda durant l'exercici i de la puntuació del test de Borg del grup de participants segons el nivell de consum de cafeïna a les proves 1 i 3. Hi ha diferències significatives* ($p < 0,05$) al test de Borg de la prova 3.

En el grup d'edat s'ha trobat una relació, com és normal, en les freqüències cardíques màximes, mitjanes i es s'han obtingut resultats significatius en la FC final de la prova 3 ($p=0,035$), en els menors de 45 anys era significativament major.

Finalment, s'han analitzat els resultats dels consumidors habituals d'aminoàcids i els no habituals i no s'han obtingut resultats significatius en cap dels paràmetres.

Comparant els resultats de les proves 1, en la qual varen consumir aminoàcids i la capsula de cafeïna i la prova 3, en la qual varen consumir aminoàcids i la capsula sense cafeïna (Annex 8), s'han tret poder treure les conclusions principals de l'efecte de la cafeïna en el rendiment esportiu. S'ha observat que en la primera prova els ciclistes l'han completada la prova, de mitjana, amb un temps lleugerament inferior ($29,70 \pm 3,41$ min vs. $29,96 \pm 3,60$ min) i, per tant, amb una velocitat mitjana lleugerament superior ($13,35 \pm 1,79$ km/h vs. $13,18 \pm 1,66$ km/h) i en el qüestionari de Borg s'han obtingut una puntuació mitjana menor, el que significa que la primera prova no la l'han trobat tant dura ($6,57 \pm 0,97$ punts vs. $6,86 \pm 0,69$ punts). La taxa de sudoració ha estat superior en la segona prova d'intervenció ($1,01 \pm 0,72$ litres/h vs. $1,70 \pm 0,70$ litres/h) i pel que fa les freqüències cardíques no s'han trobat diferències importants (Annex 8).

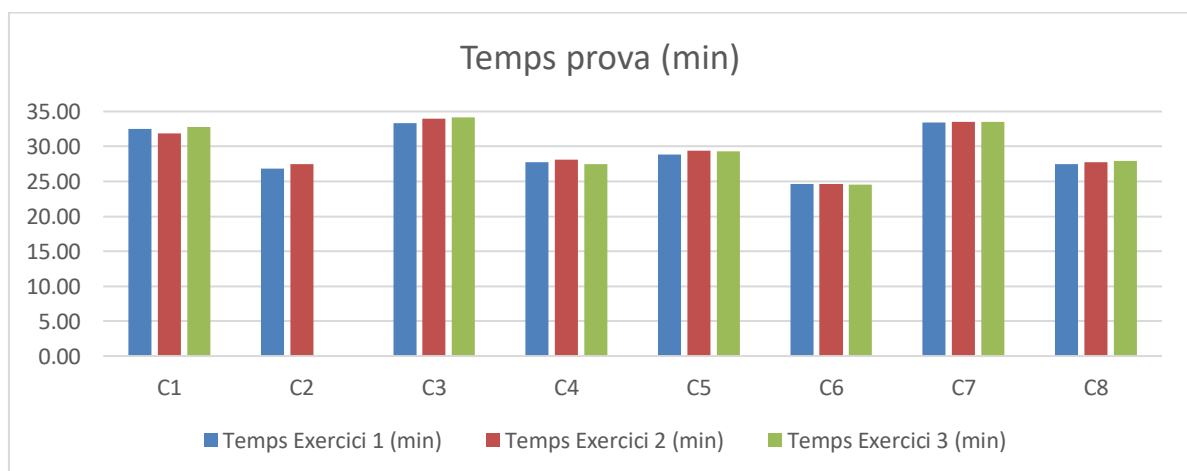
Abans de començar la prova 1 el C1 va referir que havia estat malalt i el C4 que havia dormit molt poc a causa d'un examen. Tenint em compte que aquests factors podien condicionar els resultats es va fer també la comparació eliminant aquests dos participants. Les diferències en el temps ($29,54 \pm 3,80$ min vs. $29,4 \pm 3,99$ min) i en la velocitat ($13,46 \pm 2,07$ km/h vs. $13,20 \pm 1,90$ km/h) van ser més notables però no així en el test de Borg (Annex 8).

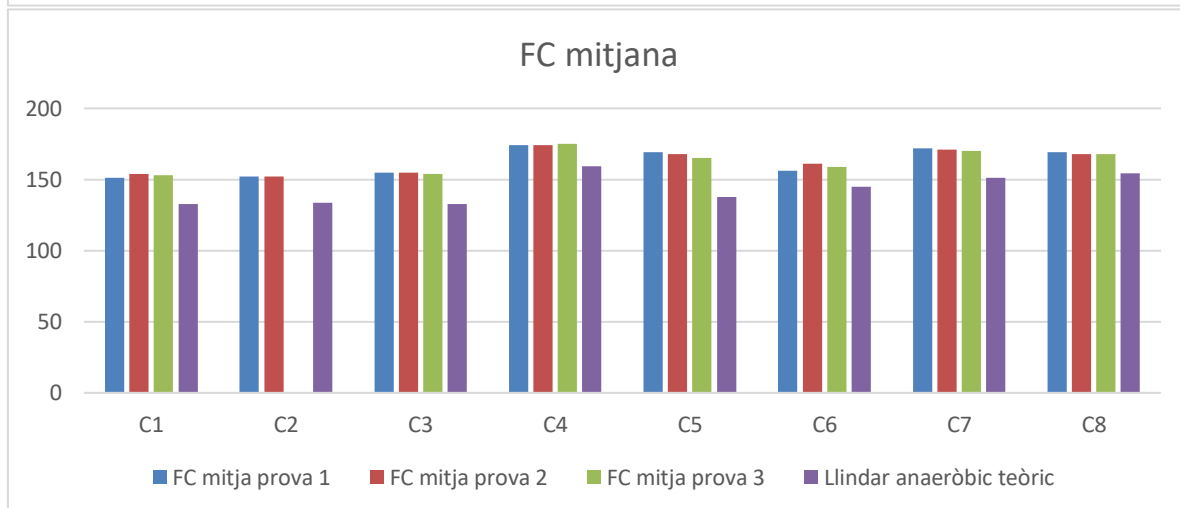
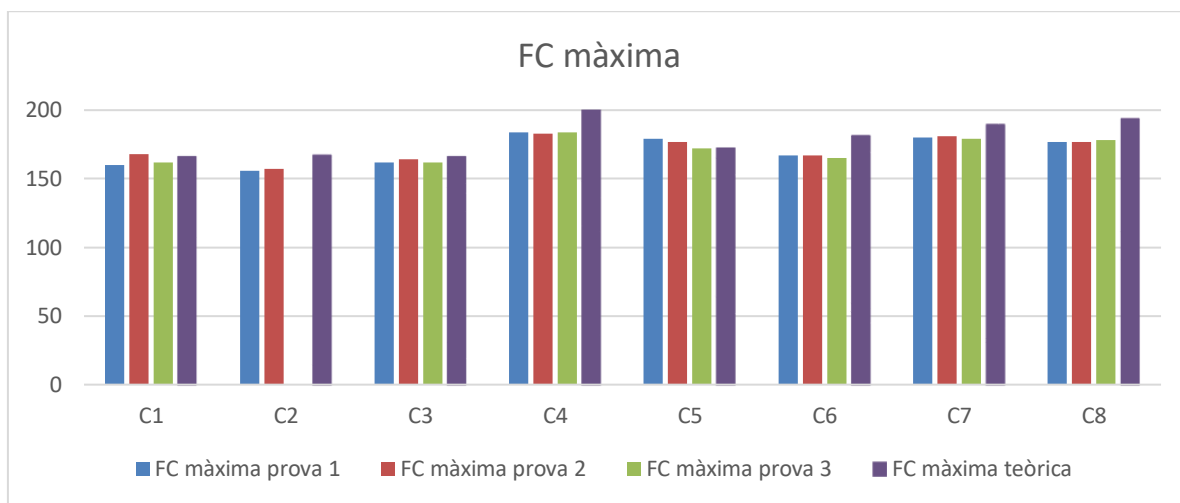
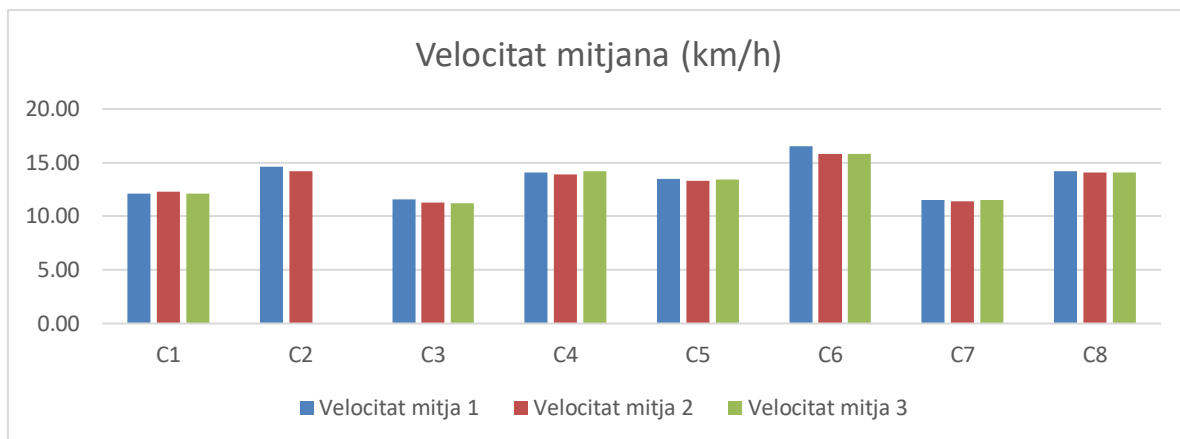
Amb la introducció de la prova 2 s'han pogut comparar també els resultats d'aquesta, en la qual els participants no varen consumir ni aminoàcids ni cafeïna, amb les altres dues, per tal de veure l'efecte dels aminoàcids. Com s'ha dit anteriorment d'aquesta prova només s'obtingueren resultats de temps, velocitats mitjana i freqüències cardíaques, amés, no es va realitzar cap registre ni qüestionari ni abans ni després de la prova.

Comparant la prova 2 s'ha observat que varen tardar de mitjana menys temps ($29,34 \pm 3,32$ min vs. $29,59 \pm 3,26$ min) i la velocitat mitjana va ser major en la primera prova. Amés també s'ha observat una diferència notable amb el temps amb la FC inicial que ha resultat ser superior en la prova 2 ($114,0 \pm 15,8$ vs. $133,6 \pm 15,0$). En aquest cas també s'han observat els resultats eliminant el C1 i el C4 i les diferències en el temps ($29,08 \pm 3,58$ min vs. $29,47 \pm 3,66$ min) i la velocitat ($13,35 \pm 1,91$ vs. $13,65 \pm 1,75$ km/h) també s'han accentuat (Annex 8).

Per acabar, en la comparació de la prova 2 i la prova 3, en la qual havien consumit aminoàcids sense cafeïna no s'han trobat diferències important en cap dels paràmetres analitzats (Annex 8)

Comparant els resultats conjunts de les 3 proves s'observaren aquests resultats (Taula 20):





Taula 20. Comparació dels resultats conjunts de les 3 proves

8. Discussió

En primer lloc, s'ha observat que per a la caracterització de la composició en cafeïna en diferents productes les bases de dades són escasses ja que la majoria és limiten en els macro i micronutrients. Les bases de dades que més m'han servit són la de la USDA i la de l'associació canadenca de nutricionistes.

De la recollida de dades realitzada sobre la quantitat de cafeïna, s'han observat racions d'entre 60 i 100 mg en els cafè d'entre 80 i 80 en les begudes energètiques. Aquestes quantitats, juntament amb alguns estudis (35)(36) on s'utilitzaven dosis baixes de cafeïna, m'han servit de guia a l'hora d'escollir la dosi administrada.

Per començar, s'ha vist que hi ha variabilitat entre la percepció de consum i el consum real com per exemple, el C2 que es considera consumidor no habitual i consumeix entre 3 i 5 mg/kg. Per aquest motiu és necessària quantificar la quantitat real ingerida mitjançant el QFCA. Per altra banda, es varen observar, com s'ha dit, incongruències en alguns aliments entre el QFCA i els R24h, aquest fet mostrà les limitacions del QFCA.

Es va observar que majors consumidors eren aquells d'edat més avançada. Aquestes troballes es correlacionen perfectament amb les de un estudi realitzat en població dels Estats Units, on els majors consumidors eren aquells que tenien entre 50 i 65 anys per sobre dels que en tenien entre 35 i 49 i molt per sobre dels menors de 35 (53)

Pel que fa els resultats de la IASE, els grups que més fallaven eren el de dolços, embotits i proteïnes dels quals hi havia un consum excessiu. S'ha de dir, de totes maneres, que el qüestionari limitava molt el consum de proteïna animal i al ser tots ells esportistes es normal el consum abundant d'aquestes i el consum esporàdic de dolços i embotits, ja que la seva despesa energètica és molt gran.

Observant els paràmetres de la dieta, veiem, en primer lloc, que en la distribució de macronutrients hi ha un percentatge d'energia que prové de les proteïnes excessiu i un consum baix de carbohidrats al tractar-se d'esportistes de de resistència. Tot i això, si observem la ingesta de proteïnes per kg de pes corporal observem que els valors es situen entre 1,6 i 1,7 g/kg, valors dins la normalitat. Aquests resultats contradictoris són deguts a la baixa ingesta calòrica. Per altra banda, el consum de proteïna animal és lleugerament superior al consum de proteïna vegetal però s'atansa a la relació 1:1 recomanada. El consum de fibra és, els dos dies, força proper als 30 grams recomanats segons els

objectius nutricionals, per la població espanyola, de la SENC, 2011. El perfil dels àcids grassos és adequat ja que la major part provenia dels monoinsaturats i els saturats no passaven d'un terç. El consum d'alcohol és moderat i són pocs els participants que el consumeixen. Per altra banda, els sucres suposen més d'un 20% de l'energia total, més del doble del recomanat, tot i això, al tractar-se d'esportistes aquestes dades no resulten alarmants i en general podem afirmar que les dietes són equilibrades.

Els resultats antropomètrics es corresponen amb el perfil d'esportistes de resistència ja que tots ells, tot i ser alguns d'edat avançada, es trobaven dins el normopès

Per acabar, en l'avaluació del rendiment físic, el primer que observem és que el major entrenament no influència als resultats, ja que cap d'ells va empitjorar significativament els resultats i inclús un els va millorar. Aquest fet, afegit a que la ingesta, com ja s'ha dit, va ser, en general, semblant, la ingesta de cafè va ser pràcticament igual i les condicions ambientals van ser òptimes els 3 dies ens indica que les possibles millores en el rendiment es poden atribuir a la cafeïna.

El fet de que els de menor consum habitual de cafeïna varen obtenir millors resultats, en general, en les 3 proves no resulta significatiu, ja que aquests no varen millorar de manera important els resultats el dia que varen consumir els 100 mg de cafeïna. Per tant, el fet de no ser consumidor habitual i consumir cafeïna no suposà cap diferència en la millora del rendiment respecte als consumidors habituals.

En els consumidors habituals d'aminoàcids tampoc es varen trobar diferències en el rendiment respecte els no consumidors

En les freqüències cardíques no es va trobar associació entre el consum o no de cafeïna, de la mateixa manera que en un estudi previ en el qual aquestes inclús disminuïen amb el consum de cafeïna en dosis baixes (54) però sí que es va observar que les FC màximes assolides durant les contrarellotges eren molt properes o inclús superaven les FC màximes teòriques i que totes les FC mitjanes estaven notablement per sobre del llindar anaeròbic en les tres contrarellotges, això ens indica que els participants es varen esforçar de manera molt notable els 3 dies.

Pel que fa la taxa de sudoració en general els ciclistes es varen situar entre els 0,5 i 2 litres/hora, obtenint així els mateixos resultats que en un estudi realitzat en ciclistes de muntanya amateurs (55). Per altra banda, no s'ha trobat cap estudi que demostrï que en

persones grans la taxa de sudoració és major i l'augment significatiu de la taxa en la prova 3 pot ser degut per l'augment de 3-4 °C en la temperatura respecte la primera prova.

La lleugera disminució en la percepció de la duresa de la prova, avaluada mitjançant el test de Borg, es correspon amb estudis que demostren que la cafeïna disminueix la percepció de la fatiga i retarda en l'aparició d'aquesta en ciclistes (56)(57).

Finalment, comparant el temps i velocitat de la pujada, entre les proves 1 i 3, objectiu principal de l'estudi, es va observar que 5 dels 7 participants varen millorar els seus registres i el temps va ser de mitjana de 15 segons inferior el dia que havien consumir la cafeïna. Amb aquestes resultats podem concloure que la tendència general va ser d'una lleugera millora en el rendiment amb el consum de cafeïna tot i que aquesta no es podria considerar significativa ja que és mínima. Els resultats es corresponen amb alguns estudis els quals indiquen que pareix esser que l'efecte ergogènic a dosis baixes és degut a alteracions en el SNC que milloren l'estat d'alerta però hi ha poca evidència que a aquestes dosis millori el rendiment (58)(59).

Comparant els resultats entre les proves 1 i 2, es va observar que 6 dels 8 participants varen millorar els seus resultats i un dels que no ho va fer va ser el C1, el qual havia estat malalt abans de la prova 1, per això, obviant els resultats d'aquest participant s'obté una millora encara més significativa. Aquests resultats concorden amb els resultats d'un estudi en el qual l'administració de cafeïna i aminoàcids pre-entrenament va comportar millores en el rendiment (60).

No obstant, si es comparen els resultats de la prova 2 amb la prova 3, en la qual es varen administrar els aminoàcids amb el placebo no s'observen pràcticament diferències en el rendiment. Amb aquestes dades podem concloure que els aminoàcids sols no milloren el rendiment i que els seus efectes, tal com indiquen els estudis, radiquen en la reducció de la fatiga muscular (61). De totes maneres els resultats sobre els aminoàcids no els podem considerar significatius ja que en la prova 2 no es varen recollir les dades d'ingesta ni entrenaments previs.

9. Conclusions

- Al fer un estudi de mercat dels diferents productes que contenen cafeïna, s'ha observat que aquesta es consumeix de manera abundant, en diferents dosis i a través de diferents formes d'administració, essent les begudes energètiques la forma més comuna d'ingerir-la. No obstant, es difícil determinar les quantitats d'aquesta en els productes ja que les bases de dades que l'inclouen són escasses.
- Els diferents qüestionaris i mesures antropomètriques, que tots els participants tenien un perfil d'esportista i realitzaven, en general, dietes equilibrades amb alguns patrons a millorar segons els paràmetres de la IASE.
- El consum de cafeïna, era molt variable i més abundant sobretot en els participants de més de 45 anys. ($77,50 \pm 71,82$ mg/dia vs. $207,50 \pm 124,46$ mg/dia).
- El consum mitjà diari de cafeïna obtingut a partir del QFCA, es correspon amb la quantitat de cafeïna ingerida en els 2 registres de 24 hores, excepte en la prova 1 en què els del grup de 3-5 mg/kg van fer una ingesta mitja de cafeïna inferior a 3 mg/kg. Per aquest motiu és important afegir els R24h en el disseny experimental, per tal de minimitzar errors a l'hora d'interpretar els resultats.
- Els paràmetres de la dieta, en general s'adequaven a les recomanacions nutricionals.
- Els resultats obtinguts suggereixen que la cafeïna en dosis d'entre 1 i 2 mg/kg i administrada juntament amb aminoàcids augmenta de manera no significativa el rendiment en ciclistes entrenats, millorant els temps ($29,70 \pm 3,41$ min vs. $29,96 \pm 3,60$ min) i velocitats mitjanes ($13,35 \pm 1,79$ km/h vs. $13,18 \pm 1,66$ km/h) en proves intenses i de llarga dura i que alhora disminueixen de manera igualment no significativa la sensació de fatiga a l'acabar la prova ($6,57 \pm 0,97$ vs. $6,86 \pm 0,69$ Punts en el test de Borg).
- No s'han detectat relacions amb la ingesta de cafeïna i la pèrdua de pes ni amb la freqüència cardíaca.

10. Bibliografia

1. Kreider RB, Wilborn CD, Taylor L, Campbell B, Almada AL, Collins R, et al. ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. *J Int Soc Sports Nutr* [Internet]. 2010 [cited 2018 May 2];7(1):7. Available from: <http://jissn.biomedcentral.com/articles/10.1186/1550-2783-7-7>
2. Piqué MT. *Temari Nutrició i Esport* 2018. 2018.
3. Salinas-García ME, Martínez-Sanz JM, Urdampilleta A, Mielgo-Ayuso J, Norte Navarro A, Ortiz-Moncada R. [Effects of branched amino acids in endurance sports: a review]. *Nutr Hosp* [Internet]. 2014 Nov 16 [cited 2018 Jun 26];31(2):577–89. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25617538>
4. Schubert MM, Astorino TA. A Systematic Review of the Efficacy of Ergogenic Aids for Improving Running Performance. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2013 Jun [cited 2018 Jun 10];27(6):1699–707. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22890496>
5. Sawynok J. Methylxanthines and Pain. In: *Handbook of experimental pharmacology* [Internet]. 2011 [cited 2018 May 5]. p. 311–29. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20859801>
6. Donovan JL, DeVane CL. A primer on caffeine pharmacology and its drug interactions in clinical psychopharmacology. *Psychopharmacol Bull* [Internet]. 2001 [cited 2018 May 5];35(3):30–48. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12397877>
7. Nehlig A, Daval JL, Debry G. Caffeine and the central nervous system: mechanisms of action, biochemical, metabolic and psychostimulant effects. *Brain Res Brain Res Rev* [Internet]. [cited 2018 May 5];17(2):139–70. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1356551>
8. Graham TE, Hibbert E, Sathasivam P. Metabolic and exercise endurance effects of coffee and caffeine ingestion. *J Appl Physiol* [Internet]. 1998 Sep [cited 2018 May 20];85(3):883–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9729561>
9. de Paulis T, Schmidt DE, Bruchey AK, Kirby MT, McDonald MP, Commers P, et al. Dicinnamoylquinides in roasted coffee inhibit the human adenosine transporter. *Eur J Pharmacol* [Internet]. 2002 May 10 [cited 2018 May 20];442(3):215–23. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12065074>
10. Scientific Opinion on the safety of caffeine. *EFSA J* [Internet]. 2015 May [cited 2018 May 5];13(5):4102. Available from: <http://doi.wiley.com/10.2903/j.efsa.2015.4102>
11. Cox GR, Desbrow B, Montgomery PG, Anderson ME, Bruce CR, Macrides TA, et al. Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and

- endurance performance. *J Appl Physiol* [Internet]. 2002 Sep [cited 2018 May 20];93(3):990–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12183495>
12. Research I of M (US) C on MN. *Pharmacology of Caffeine*. 2001 [cited 2018 May 20]; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK223808/>
 13. Efectos fisiológicos de las bebidas energizantes. [cited 2018 May 5]; Available from: <http://www.bvs.hn/RFCM/pdf/2006/pdf/RFCMVol3-1-2006-8>
 14. Costill DL, Dalsky GP, Fink WJ. Effects of caffeine ingestion on metabolism and exercise performance. *Med Sci Sports* [Internet]. 1978 [cited 2018 Jun 26];10(3):155–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/723503>
 15. Ivy JL, Costill DL, Fink WJ, Lower RW. Influence of caffeine and carbohydrate feedings on endurance performance. *Med Sci Sports* [Internet]. 1979 [cited 2018 Jun 26];11(1):6–11. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/481158>
 16. McLean C, Graham TE. Effects of exercise and thermal stress on caffeine pharmacokinetics in men and eumenorrheic women. *J Appl Physiol* [Internet]. 2002 Oct [cited 2018 May 17];93(4):1471–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12235049>
 17. Swift CG, Tiplady B. The effects of age on the response to caffeine. *Psychopharmacology (Berl)* [Internet]. 1988 [cited 2018 May 17];94(1):29–31. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3126525>
 18. Lau CE, Falk JL. Sustained synergism by chronic caffeine of the motor control deficit produced by midazolam. *Pharmacol Biochem Behav* [Internet]. 1991 Dec [cited 2018 May 20];40(4):723–31. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1667824>
 19. Jones HE, Griffiths RR. Oral caffeine maintenance potentiates the reinforcing and stimulant subjective effects of intravenous nicotine in cigarette smokers. *Psychopharmacology (Berl)* [Internet]. 2003 Jan [cited 2018 May 5];165(3):280–90. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12434259>
 20. Fredholm BB, Bättig K, Holmén J, Nehlig A, Zvartau EE. Actions of caffeine in the brain with special reference to factors that contribute to its widespread use. *Pharmacol Rev* [Internet]. 1999 Mar [cited 2018 May 5];51(1):83–133. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10049999>
 21. Davies JE. The pharmacological basis of therapeutics. *Occup Environ Med* [Internet]. 2007 Aug 1 [cited 2018 May 5];64(8):e2–e2. Available from: <http://oem.bmj.com/cgi/doi/10.1136/oem.2007.033902>
 22. Beaumont M, Batéjat D, Coste O, Doireau P, Chauffard F, Enslen M, et al. Recovery after Prolonged Sleep Deprivation: Residual Effects of Slow-Release Caffeine on Recovery Sleep, Sleepiness and Cognitive Functions. *Neuropsychobiology* [Internet]. 2005 [cited 2018 May 5];51(1):16–27. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15627809>
 23. Bara A, Barley E. Caffeine for asthma. In: Bara A, editor. *The Cochrane*

- Database of Systematic Reviews [Internet]. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2001 [cited 2018 May 5]. p. CD001112. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11687099>
24. Daniels JW, Molé PA, Shaffrath JD, Stebbins CL. Effects of caffeine on blood pressure, heart rate, and forearm blood flow during dynamic leg exercise. *J Appl Physiol* [Internet]. 1998 Jul [cited 2018 Jun 3];85(1):154–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9655769>
 25. Ruiz R, De S, Ramos P, Martins Pinge M, Franzói De Moraes S, Polito M. Caffeine and physiCal training: effeCts on CardiaC morphology and CardiovasCular response. *rev assoC med Bras* [Internet]. 2014 [cited 2018 Jun 3];60(1):23–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9282.60.01.007>
 26. Grobbee DE, Rimm EB, Giovannucci E, Colditz G, Stampfer M, Willett W. Coffee, Caffeine, and Cardiovascular Disease in Men. *N Engl J Med* [Internet]. 1990 Oct 11 [cited 2018 May 5];323(15):1026–32. Available from: <http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJM199010113231504>
 27. Hashibe M, Galeone C, Buys SS, Gren L, Boffetta P, Zhang Z-F, et al. Coffee, tea, caffeine intake and the risk of cancer in the PLCO cohort. *Br J Cancer* [Internet]. 2015 Sep 20 [cited 2018 Jun 3];113(5):809–16. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26291054>
 28. Supinski GS, Levin S, Kelsen SG. Caffeine effect on respiratory muscle endurance and sense of effort during loaded breathing. *J Appl Physiol* [Internet]. 1986 Jun [cited 2018 May 5];60(6):2040–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3722070>
 29. Jackman M, Wendling P, Friars D, Graham TE. Metabolic, catecholamine, and endurance responses to caffeine during intense exercise. *J Appl Physiol* [Internet]. 1996 Oct [cited 2018 May 17];81(4):1658–63. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8904583>
 30. Bell DG, McLellan TM. Exercise endurance 1, 3, and 6 h after caffeine ingestion in caffeine users and nonusers. *J Appl Physiol* [Internet]. 2002 Oct [cited 2018 May 17];93(4):1227–34. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12235019>
 31. Fisone G, Borgkvist A, Usiello A. Caffeine as a psychomotor stimulant: mechanism of action. *Cell Mol Life Sci* [Internet]. 2004 Apr 1 [cited 2018 May 17];61(7–8):857–72. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15095008>
 32. Kovacs EMR, Stegen JHCH, Brouns F. Effect of caffeinated drinks on substrate metabolism, caffeine excretion, and performance. *J Appl Physiol* [Internet]. 1998 Aug [cited 2018 May 17];85(2):709–15. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9688750>
 33. Goldstein ER, Ziegenfuss T, Kalman D, Kreider R, Campbell B, Wilborn C, et al. International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance. *J Int Soc Sports Nutr* [Internet]. 2010 Jan 27 [cited 2018 May 17];7(1):5. Available from: <http://jissn.biomedcentral.com/articles/10.1186/1550->

34. Desbrow B, Biddulph C, Devlin B, Grant GD, Anoopkumar-Dukie S, Leveritt MD. The effects of different doses of caffeine on endurance cycling time trial performance. *J Sports Sci* [Internet]. 2012 Jan [cited 2018 May 20];30(2):115–20. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22142020>
35. Wiles JD, Bird SR, Hopkins J, Riley M. Effect of caffeinated coffee on running speed, respiratory factors, blood lactate and perceived exertion during 1500-m treadmill running. *Br J Sports Med* [Internet]. 1992 Jun [cited 2018 Jun 5];26(2):116–20. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1623356>
36. van Nieuwenhoven MA, Brouns F, Kovacs EMR. The Effect of Two Sports Drinks and Water on GI Complaints and Performance During an 18-km Run. *Int J Sports Med* [Internet]. 2005 May [cited 2018 Jun 5];26(4):281–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15795812>
37. Jenkins NT, Trilk JL, Singhal A, O'Connor PJ, Cureton KJ. Ergogenic effects of low doses of caffeine on cycling performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* [Internet]. 2008 Jun [cited 2018 Jun 5];18(3):328–42. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18562777>
38. Crowe MJ, Leicht AS, Spinks WL. Physiological and cognitive responses to caffeine during repeated, high-intensity exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* [Internet]. 2006 Oct [cited 2018 May 5];16(5):528–44. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17240784>
39. Astorino TA, Rohmann RL, Firth K. Effect of caffeine ingestion on one-repetition maximum muscular strength. *Eur J Appl Physiol* [Internet]. 2007 Nov 15 [cited 2018 May 17];102(2):127–32. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17851681>
40. Beck TW, Housh TJ, Schmidt RJ, Johnson GO, Housh DJ, Coburn JW, et al. The Acute Effects of a Caffeine-Containing Supplement on Strength, Muscular Endurance, and Anaerobic Capabilities. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2006 Aug [cited 2018 May 17];20(3):506. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16937961>
41. Bishop D. Dietary Supplements and Team-Sport Performance. *Sport Med* [Internet]. 2010 Dec 1 [cited 2018 May 5];40(12):995–1017. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21058748>
42. Chad K, Quigley B. The effects of substrate utilization, manipulated by caffeine, on post-exercise oxygen consumption in untrained female subjects. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* [Internet]. 1989 [cited 2018 May 17];59(1–2):48–54. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2583149>
43. Ganio MS, Klau JF, Casa DJ, Armstrong LE, Maresh CM. Effect of Caffeine on Sport-Specific Endurance Performance: A Systematic Review. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2009 Jan [cited 2018 May 5];23(1):315–24. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19077738>
44. Seifert et al. Health Effects of Energy Drinks on Children, Adolescents, and

- Young Adults. *Pediatrics*. 2011;127(3):511-528. *Pediatrics* [Internet]. 2016 May 1 [cited 2018 May 5];137(5):e20160454–e20160454. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27244833>
45. Zaslove MO, Russell RL, Ross E. Effect of caffeine intake on psychotic in-patients. *Br J Psychiatry* [Internet]. 1991 Oct [cited 2018 May 17];159:565–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1751869>
 46. MC MANAMY MC, SCHUBE PG. Caffeine Intoxication. *N Engl J Med* [Internet]. 1936 Oct [cited 2018 May 17];215(14):616–20. Available from: <http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJM193610012151403>
 47. Bonnet MH, Arand DL. Caffeine Use as a Model of Acute and Chronic Insomnia. *Sleep* [Internet]. 1992 Nov 1 [cited 2018 May 5];15(6):526–36. Available from: <https://academic.oup.com/sleep/article/15/6/526/2749308/Caffeine-Use-as-a-Model-of-Acute-and-Chronic>
 48. Snel J, Lorist MM. Effects of caffeine on sleep and cognition. *Hum Sleep Cogn Part II Clin Appl Res* [Internet]. 2011 [cited 2018 May 5];190:105–17. Available from: http://www.helsinki.fi/~tjrinne/artikkeleita_neuroI/Snel_Lorist_2011_caffeine.pdf
 49. Marx B, Scuvée É, Scuvée-Moreau J, Seutin V, Jouret F. Mécanismes de l'effet diurétique de la caféine. *médecine/sciences* [Internet]. 2016 May 25 [cited 2018 May 5];32(5):485–90. Available from: <http://www.medecinesciences.org/10.1051/medsci/20163205015>
 50. Rucci S, Bonuccelli A, Angelini F, Negro M, Marzatico F, Scientifica SINSEB C, et al. Caffaina: alleata o nemica? [cited 2018 May 5]; Available from: <http://www.sinseb.it/wp-content/uploads/2017/12/Caffeina-Alleta-o-Nemica.pdf>
 51. World Anti-Doping Agency. THE WORLD ANTI-DOPING CODE PROHIBITED LIST NON-APPROVED SUBSTANCES ANABOLIC AGENTS [Internet]. 2017 [cited 2018 Jun 3]. Available from: https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files/2016-09-29_-_wada_prohibited_list_2017_eng_final.pdf
 52. Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral. AI, Ortiz Moncada R. Nutrición hospitalaria : organo oficial de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral. [Internet]. Vol. 26, Nutrición Hospitalaria. Jarpyo Editores; 2011 [cited 2018 Jun 3]. 330-336 p. Available from: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112011000200014
 53. Mitchell DC, Knight CA, Hockenberry J, Teplansky R, Hartman TJ. Beverage caffeine intakes in the U.S. *Food Chem Toxicol* [Internet]. 2014 Jan 1 [cited 2018 Jun 26];63:136–42. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278691513007175>
 54. McClaran SR, Wetter TJ. Low doses of caffeine reduce heart rate during submaximal cycle ergometry. *J Int Soc Sports Nutr* [Internet]. 2007 Oct 9 [cited

- 2018 Jun 26];4:11. Available from:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17925021>
55. Cragnulini F, Fantuzzi G. Efectos de una competición de mountain bike sobre el estado de hidratación en ciclistas amateurs. *Sport TK-Revista Euroam Ciencias del Deport* [Internet]. 2016 Jul 25 [cited 2018 Jun 26];5(2):179. Available from: <http://revistas.um.es/sportk/article/view/264831>
 56. Smirmaul BPC, de Moraes AC, Angius L, Marcora SM. Effects of caffeine on neuromuscular fatigue and performance during high-intensity cycling exercise in moderate hypoxia. *Eur J Appl Physiol* [Internet]. 2017 Jan 18 [cited 2018 Jun 26];117(1):27–38. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27864638>
 57. Backhouse SH, Biddle SJH, Bishop NC, Williams C. Caffeine ingestion, affect and perceived exertion during prolonged cycling. *Appetite* [Internet]. 2011 Aug 1 [cited 2018 Jun 26];57(1):247–52. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195666311004612>
 58. Desbrow A, Author C, Desbrow B, Barrett C, Minahan C, Grant G, et al. Caffeine, Cycling Performance, and Exogenous CHO Oxidation: A Dose–Response Study Title: Caffeine, cycling performance & exogenous CHO oxidation: a dose-response study Running Title: Caffeine, cycling performance & CHO oxidation. 2009 [cited 2018 Jun 26]; Available from: <http://hdl.handle.net/10072/27562>
 59. Spriet LL. Exercise and Sport Performance with Low Doses of Caffeine. *Sport Med* [Internet]. 2014 Nov 30 [cited 2018 Jun 26];44(S2):175–84. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s40279-014-0257-8>
 60. Stout JR, Smith AE, Kendall KL, Fukuda DH. Efecto del Consumo Pre-entrenamiento de un Suplemento de Cafeína, Creatina y Aminoácidos, junto con Tres Semanas de Ejercicio de Alta-intensidad sobre el Rendimiento Aeróbico y Anaeróbico - Ciencias del Ejercicio. *PubliCE* [Internet]. 2010 [cited 2018 Jun 26];0. Available from: <https://g-se.com/efecto-del-consumo-pre-entrenamiento-de-un-suplemento-de-cafeina-creatina-y-aminoacidos-junto-con-tres-semanas-de-ejercicio-de-alta-intensidad-sobre-el-rendimiento-aerobico-y-anaerobico-1332-sa-B57cfb271f2d61>
 61. Shimomura Y, Yamamoto Y, Bajotto G, Sato J, Murakami T, Shimomura N, et al. Nutraceutical Effects of Branched-Chain Amino Acids on Skeletal Muscle. *J Nutr* [Internet]. 2006 Feb 1 [cited 2018 Jun 26];136(2):529S–532S. Available from: <https://academic.oup.com/jn/article/136/2/529S/4664393>

11. Annexes

ANNEX 1. Consentiment informat

Informació sobre el procediment:

L'objectiu d'aquest estudi és avaluar la influència de la suplementació amb cafeïna en el rendiment físic d'individus que practiquen activitats esportives intenses i de llarga durada. Durant l'estudi es realitzaran:

- Mesures antropomètriques (Pes, circumferències corporals...)
- Qüestionaris d'ingesta d'aliments (QFCA, R24)
- Presa de dades sobre l'activitat física. (FC, test de Borg,...)
- Suplementació amb cafeïna

Declaració

Jo,....., a dia de de 2018, després d'haver estat informat amb claredat sobre l'estudi *Influència de la suplementació amb cafeïna en activitats físiques intenses i de llarga durada* dono el meu consentiment per al procediment proposat.

Ús confidencial: Les dades obtingudes seran tractades amb absoluta confidencialitat i rigor científic reservant-se el seu ús per a treballs d'investigació, i complint la llei 15/1999 de desembre de 1999, de protecció de dades personals.

-Al finalitzar l'estudi rebre informació dels resultats.

Signatura participant

Signatura investigador

ANNEX 2. Qüestionari estil de vida

Nom:

Codi:

Sexe: Home / Dona

Data de naixement: / /

Talla:cm

Pes habitual:kg

Esport que practica: Està federat: ☐ Si ☐ No

Nombre d'anys practicant l'esport:

Hores entrenament setmana:

Fora del període d'entrenament/competició es considera una persona:

- ☐ Sedentària
- ☐ Poc activa
- ☐ Activa
- ☐ Molt activa

Al·lèrgies alimentaries:

- ☐ No
- ☐ Si Quina?

Fa algun tipus de dieta

- ☐ No
- ☐ Si Quina?

Motiu:
.....

Quins àpats realitza habitualment al dia:

- | | |
|-----------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Esmorzar | <input type="checkbox"/> Sopar |
| <input type="checkbox"/> Mig matí | <input type="checkbox"/> Ressonó |
| <input type="checkbox"/> Dinar | <input type="checkbox"/> Altres Quins?..... |
| <input type="checkbox"/> Berenar | |

Quins àpats realitza habitualment fora de casa:

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Esmorzar | <input type="checkbox"/> Sopar |
| <input type="checkbox"/> Mig matí | <input type="checkbox"/> Ressopó |
| <input type="checkbox"/> Dinar | <input type="checkbox"/> Altres |
| <input type="checkbox"/> Berenar | |

Es considera una persona consumidora habitual de cafeïna?

- ☐ No
- ☐ Si

En general, vostè diria que la seva salut és:

- ☐ Excel·lent
- ☐ Molt bona
- ☐ Bona
- ☐ Regular
- ☐ Dolenta

Com diria que és la seva salut actual en comparació amb la de fa un any?

- ☐ Molt millor ara que fa un any
- ☐ Millor ara que fa un any
- ☐ Semblant a la de fa un any
- ☐ Pitjor ara que fa un any
- ☐ Molt pitjor ara que fa un any

ANNEX 3. Qüestionari freqüència de consum d'aliments

Codi:

Nom:

Data:

- Marca amb una x la freqüència que correspongui a cada aliment

CODI	ALIMENTS	FREQUÈNCIA CONSUM				
		Consum diari	3 o més vegades a la setmana	1 o 2 vegades a la setmana	Menys d'una vegada a la setmana	Mai o quasi mai
1	Pa i cereals					
2	Pasta, arròs i patates					
3	Verdures i hortalisses					
4	Llegums					
5	Fruites (fresca i sucs)					
6	Fruits secs					
7	Llet i derivats					
8	Ous					
9	Carn					
10	Peix					
11	Embotits i fiambres					
12	Dolços (gelats, pastissos, mel, xocolata, caramels, melmelades,...)					
13	Begudes refrescants amb sucre					

Codi	Aliment	Quantitat	FREQUÈNCIA DE CONSUM						
			Mai o quasi mai	1 vegada setmana	2 a 3 vegades setmana	4 a 6 vegades setmana	1 vegada al dia	2 a 3 vegades al dia	4 a 5 vegades al dia
	Cafè americà	1 tassa (250ml)							
	Espresso	1 tassa petita (30ml)							
	Cafè amb llet	1 tassa (250ml)							
	Te negre	1 tassa (250ml)							
	Te verd	1 tassa (250ml)							
	Altres tipus de te Tipus:	1 tassa (250ml)							
	Begudes energètiques (red bull, monster...) Marca:.....	1 llauna (250-500ml)							
	Beguda de cola Marca:.....	1 llauna (330ml)							
	Xocolata negra % cacao:.....	40g							
	Xocolata amb llet	40g							
	Postres amb Xocolata	1 ració							

	Licors de café	100 ml							
	Suplements amb cafeïna Marca:g							
	Altres aliments amb cafeïna:g							

ANNEX 4. Recordatori de 24 hores

	Hora aprox.	Aliments, begudes i condiments	Quantitats (g)
Esmorzar			
Mig matí			
Dinar			
Berenar			
Sopar			
Ressopó			

Has entrenat igual aquesta setmana que la anterior

- ☐ Si
- ☐ No

En cas negatiu, has entrenat:

- ☐ Més
- ☐ Menys

ANNEX 5. Qüestionari antropomètric

Codi:

Talla:cm

Pes habitual:kg

IMC:

Circumferències

Circumferència canell:cm

Complexió:

Circumferència cuixa:cm

Circumferència cintura:cm

Circumferència maluc:cm

Índex cintura / maluc:

Circumferència braç relaxat:cm

Circumferència braç flexionat:cm

Freqüència cardíaca en repòs:

% greix corporal: %

ANNEX 6. Fitxa escala de Borg

Codi participant: _____

Data sessió: _____

Escala de Percepció d'Esforç de Borg

	Marcar amb una X
6 Res, no apreciable	
7 Extremadament suau	
8	
9 Molt suau	
10	
11 Suau	
12	
13 Lleugerament fort	
14	
15 Fort	
16	
17 Molt fort	
18	
19 Molt, molt fort	
20 Esforç màxim	

Annex 7. Estadístics Recordatori 24H

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Ingesta calòrica (kcal/dia)-prova1	2053,429	7	191,2467	72,2844
	Ingesta calòrica (kcal/dia)-prova3	2140,000	7	216,4609	81,8145
Par 2	Energia (%MB)-prova1	125,6583	7	13,93558	5,26715
	Energia (%MB)-prova3	130,9241	7	15,69354	5,93160
Par 3	Hidrats de carboni (g)-prova1	256,571	7	33,4009	12,6243
	Hidrats de carboni (g)-prova3	265,000	7	22,2785	8,4205
Par 4	Hidrats de carboni (%)-prova1	49,9000	7	3,41663	1,29136
	Hidrats de carboni (%)-prova3	49,6857	7	3,18142	1,20246
Par 5	Lípids (g)-prova1	63,714	7	12,4995	4,7244
	Lípids (g)-prova3	67,857	7	10,1231	3,8262
Par 6	Lípids (%)-prova1	27,7000	7	3,28380	1,24116
	Lípids (%)-prova3	28,4286	7	1,97544	,74665
Par 7	Proteína total (g)-prova1	112,571	7	19,5862	7,4029
	Proteína total (g)-prova3	116,857	7	23,7166	8,9640
Par 8	Proteína total (g/kg)-prova1	1,6514	7	,49242	,18612
	Proteína total (g/kg)-prova3	1,6957	7	,42965	,16239
Par 9	Proteína vegetal (g)-prova1	52,857	7	10,3187	3,9001
	Proteína vegetal (g)-prova3	50,286	7	10,7349	4,0574
Par 10	Proteína vegetal (%)-prova1	10,4143	7	2,51226	,94954
	Proteína vegetal (%)-prova3	9,4286	7	2,07020	,78246
Par 11	Proteína animal (g)-prova1	59,857	7	14,5766	5,5094
	Proteína animal (g)-prova3	66,571	7	16,3080	6,1639
Par 12	Proteína animal (%)-prova1	11,8000	7	3,41614	1,29118
	Proteína animal (%)-prova3	12,4286	7	2,14920	,81232
Par 13	Sucres (g)-prova1	116,429	7	19,2428	7,2731
	Sucres (g)-prova3	134,429	7	22,9845	8,6873
Par 14	Sucres (%)-prova1	22,6000	7	2,24796	,84965
	Sucres (%)-prova3	25,0714	7	3,13247	1,18396
Par 15	Etanol (g)-prova1	2,800	8	5,1846	1,8330
	Etanol (g)-prova3	4,313	8	8,6152	3,0459
Par 16	Fibra (g)-prova1	28,571	7	6,1606	2,3285
	Fibra (g)-prova3	33,143	7	8,4148	3,1805
Par 17	AGM (g)-prova1	24,571	7	5,6526	2,1365
	AGM (g)-prova3	27,571	7	7,0204	2,6535
Par 18	AGM (%)-prova1	10,6714	7	1,63066	,61633
	AGM (%)-prova3	11,6143	7	2,94869	1,11450
Par 19	AGS (g)-prova1	19,857	7	4,9135	1,8571
	AGS (g)-prova3	21,571	7	5,7982	2,1915
Par 20	AGS (%)-prova1	8,6143	7	1,66476	,62922
	AGS (%)-prova3	9,0000	7	1,90088	,71846
Par 21	AGP (g)-prova1	19,286	7	4,9232	1,8608
	AGP (g)-prova3	18,714	7	5,6779	2,1460
Par 22	AGP (%)-prova1	8,4000	7	1,67929	,63471

	AGP (%) -prova3	7,8286	7	1,90938	,72168
Par 23	Colesterol (mg)-prova1	155,286	7	37,1471	14,0403
	Colesterol (mg)-prova3	142,857	7	30,4216	11,4983
Par 24	Cafeïna (mg)-prova1	91,429	7	79,4625	30,0340
	Cafeïna (mg)-prova3	105,714	7	109,6748	41,4532
Par 25	Cafeïna (mg/kg)-prova1	1,2886	7	1,06532	,40265
	Cafeïna (mg/kg)-prova3	1,489	7	1,4925	,5641
Par 26	Cafeïna + suplement (mg/kg)-prova1	2,7343	7	1,04866	,39636
	Cafeïna + suplement (mg/kg)-prova3	1,487	7	1,4945	,5649

		Diferencias emparejadas							Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	
					Inferior	Superior			
Par 1	Ingesta calòrica (kcal/dia)-prova1 - Ingesta calòrica (kcal/dia)-prova3	- 86,5714	289,4569	109,4044	-354,2744	181,1315	-,791	6	,459
Par 2	Energia (%MB)-prova1 - Energia (%MB)-prova3	- 5,26582	17,67510	6,68056	-21,61256	11,08093	-,788	6	,461
Par 3	Hidrats de carboni (g)-prova1 - Hidrats de carboni (g)-prova3	- 8,4286	33,7187	12,7445	-39,6132	22,7560	-,661	6	,533
Par 4	Hidrats de carboni (%) -prova1 - Hidrats de carboni (%) -prova3	,21429	3,24932	1,22813	-2,79084	3,21941	,174	6	,867
Par 5	Lípids (g)-prova1 - Lípids (g)-prova2	- 4,1429	15,7208	5,9419	-18,6822	10,3964	-,697	6	,512
Par 6	Lípids (%) -prova1 - Lípids (%) -prova3	- ,72857	3,49080	1,31940	-3,95703	2,49988	-,552	6	,601
Par 7	Proteína total (g)-prova1 - Proteína total (g)-prova3	- 4,2857	18,8389	7,1204	-21,7088	13,1374	-,602	6	,569
Par 8	Proteína total (g/kg)-prova1 - Proteína total (g/kg)-prova3	- ,04429	,26664	,10078	-,29088	,20231	-,439	6	,676
Par 9	Proteína vegetal (g)-prova1 - Proteína vegetal (g)-prova3	2,5714	5,0615	1,9131	-2,1097	7,2526	1,344	6	,227
Par 10	Proteína vegetal (%) -prova1 - Proteína vegetal (%) -prova3	,98571	2,06836	,78176	-,92720	2,89862	1,261	6	,254

Par 11	Proteína animal (g)-prova1 - Proteína animal (g)-prova3	- 6,7143	19,0326	7,1936	-24,3165	10,8879	-,933	6	,387
Par 12	Proteína animal (%) -prova1 - Proteína animal (%) -prova3	- ,62857	2,93071	1,10770	-3,33902	2,08188	-,567	6	,591
Par 13	Sucres (g)-prova1 - Sucres (g)-prova3	- 18,0000	30,4521	11,5098	-46,1635	10,1635	-1,564	6	,169
Par 14	Sucres (%) -prova1 - Sucres (%) -prova3	- 2,47143	3,15632	1,19298	-5,39054	,44768	-2,072	6	,084
Par 15	Etanol (g)-prova1 - Etanol (g)-prova3	- 1,5125	7,3581	2,6015	-7,6640	4,6390	-,581	7	,579
Par 16	Fibra (g)-prova1 - Fibra (g)-prova3	- 4,5714	6,7295	2,5435	-10,7951	1,6523	-1,797	6	,122
Par 17	AGM (g)-prova1 - AGM (g)-prova3	- 3,0000	9,5568	3,6121	-11,8386	5,8386	-,831	6	,438
Par 18	AGM (%) -prova1 - AGM (%) -prova3	- ,94286	3,35552	1,26827	-4,04620	2,16048	-,743	6	,485
Par 19	AGS (g)-prova1 - AGS (g)-prova3	- 1,7143	9,3758	3,5437	-10,3854	6,9568	-,484	6	,646
Par 20	AGS (%) -prova1 - AGS (%) -prova3	- ,38571	3,34436	1,26405	-3,47873	2,70731	-,305	6	,771
Par 21	AGP (g)-prova1 - AGP (g)-prova3	,5714	7,6997	2,9102	-6,5496	7,6925	,196	6	,851
Par 22	AGP (%) -prova1 - AGP (%) -prova3	,57143	3,01867	1,14095	-2,22038	3,36323	,501	6	,634
Par 23	Colesterol (mg)-prova1 - Colesterol (mg)-prova3	12,4286	44,0487	16,6488	-28,3097	53,1668	,747	6	,484
Par 24	Cafeína (mg)-prova1 - Cafeína (mg)-prova3	- 14,2857	37,7964	14,2857	-49,2416	20,6702	-1,000	6	,356
Par 25	Cafeína (mg/kg)-prova1 - Cafeína (mg/kg)-prova3	- ,19999	,53182	,20101	-,69184	,29186	-,995	6	,358
Par 26	Cafeína + suplement (mg/kg)-prova1 - Cafeína + suplement (mg/kg)-prova3	1,24714	,58628	,22159	,70492	1,78936	5,628	6	,001

Annex 8. Estadístics Rendiment físic

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 2	Temps exercici (min)-prova1	29,7071	7	3,41503	1,29076
	Temps exercici (min)-prova3	29,9629	7	3,59708	1,35957
Par 3	Velocitat mitja (km/h)-prova1	13,357	7	1,7924	,6775
	Velocitat mitja (km/h)-prova3	13,186	7	1,6688	,6307
Par 4	Pes inicial (kg)-prova1	69,886	7	7,1716	2,7106
	Pes inicial (kg)-prova3	70,057	7	7,2484	2,7396
Par 5	Pes final (kg)-prova1	69,486	7	7,1334	2,6962
	Pes final (kg)-prova3	69,386	7	7,0617	2,6691
Par 6	Pes inicial-Pes final(kg)-prova1	,400	7	,3697	,1397
	Pes inicial-Pes final(kg)-prova3	,671	7	,3592	,1358
Par 7	Ingesta líquids (ml)-prova1	135,71	7	85,217	32,209
	Ingesta líquids (ml)-prova3	150,000	7	86,6025	32,7327
Par 8	Ingesta líquids ml/min1	4,4114	7	2,66362	1,00675
	Ingesta líquids ml/min3	4,8819	7	2,79948	1,05810
Par 9	%Pes habitual-prova1	99,7786	7	1,51797	,57374
	%Pes habitual-prova3	100,016	7	1,6374	,6189
Par 10	%Pèrdua de pes-prova1	,5700	7	,50951	,19258
	%Pèrdua de pes-prova3	,943	7	,4485	,1695
Par 11	Taxa de sudoració (l/h)-prova1	1,0114	7	,72087	,27246
	Taxa de sudoració (l/h)-prova3	1,697	7	,7043	,2662
Par 12	FC inicial-prova1	109,60	5	12,954	5,793
	FC inicial-prova3	116,40	5	14,293	6,392
Par 13	FC final-prova1	165,43	7	9,502	3,591
	FC final-prova3	163,14	7	9,668	3,654
Par 14	FC final+1min-prova1	112,00	7	8,083	3,055
	FC final+1min-prova3	110,86	7	4,634	1,752
Par 15	FC mitja-prova1	163,71	7	9,376	3,544
	FC mitja-prova3	163,43	7	8,344	3,154
Par 16	FC màxima-prova1	172,71	7	9,552	3,610
	FC màxima-prova3	171,71	7	8,920	3,372
Par 17	Test Borg-prova1	6,57	7	,976	,369
	Test Borg-prova3	6,86	7	,690	,261

		Diferencias emparejadas			Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	
Par 2	Temps exercici (min)-prova1 - Temps exercici (min)-prova3	-,25571	,36221	,001	,111
Par 3	Velocitat mitja (km/h)-prova1 - Velocitat mitja (km/h)-prova3	,1714	,2812	,111	,158
Par 4	Pes inicial (kg)-prova1 - Pes inicial (kg)-prova3	-,1714	,4536	,158	,356
Par 5	Pes final (kg)-prova1 - Pes final (kg)-prova3	,1000	,3606	,356	,491
Par 6	Pes inicial-Pes final(kg)-prova1 - Pes inicial-Pes final(kg)-prova3	-,2714	,6726	,491	,327
Par 7	Ingesta líquids (ml)-prova1 - Ingesta líquids (ml)-prova3	-14,2857	69,0066	,327	,604
Par 8	Ingesta líquids ml/min1 - Ingesta líquids ml/min3	-,47044	2,17533	,604	,588
Par 9	%Pes habitual-prova1 - %Pes habitual-prova3	-,23714	,62991	,588	,358
Par 10	%Pèrdua de pes-prova1 - %Pèrdua de pes-prova3	-,37286	,90895	,358	,319
Par 11	Taxa de sudoració (l/h)-prova1 - Taxa de sudoració (l/h)-prova3	-,68515	1,36399	,319	,232
Par 12	FC inicial-prova1 - FC inicial-prova3	-6,800	14,061	,232	,340
Par 13	FC final-prova1 - FC final-prova3	2,286	6,651	,340	,398
Par 14	FC final+1min-prova1 - FC final+1min-prova3	1,143	4,259	,398	,504
Par 15	FC mitja-prova1 - FC mitja-prova3	,286	2,430	,504	,766
Par 16	FC màxima-prova1 - FC màxima-prova3	1,000	2,944	,766	,403
Par 17	Test Borg-prova1 - Test Borg-prova3	-,286	,488	,403	,172

Prova 1 vs. 3 sense C1 ni C4

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Cafeïna + suplement (mg/kg)-prova1	2,6480	5	,75214	,33637
	Cafeïna + suplement (mg/kg)-prova3	1,1960	5	,72542	,32442
Par 2	Temps exercici (min)-prova1	29,5440	5	3,80278	1,70065
	Temps exercici (min)-prova3	29,8940	5	3,98950	1,78416
Par 3	Velocitat mitja (km/h)-prova1	13,460	5	2,0671	,9244
	Velocitat mitja (km/h)-prova3	13,200	5	1,9039	,8515
Par 4	Pes inicial (kg)-prova1	69,920	5	8,5230	3,8116
	Pes inicial (kg)-prova3	70,100	5	8,7201	3,8997
Par 5	Pes final (kg)-prova1	69,580	5	8,5462	3,8220
	Pes final (kg)-prova3	69,320	5	8,4423	3,7755
Par 6	Pes inicial-Pes final(kg)-prova1	,340	5	,2966	,1327
	Pes inicial-Pes final(kg)-prova3	,780	5	,3114	,1393
Par 7	Ingesta líquids (ml)-prova1	130,00	5	97,468	43,589
	Ingesta líquids (ml)-prova3	130,000	5	97,4679	43,5890
Par 8	Ingesta líquids ml/min1	4,1180	5	2,84830	1,27380
	Ingesta líquids ml/min3	4,1594	5	3,04980	1,36391
Par 9	%Pes habitual-prova1	100,3660	5	1,39436	,62358
	%Pes habitual-prova3	100,600	5	1,4705	,6576
Par 10	%Pèrdua de pes-prova1	,4940	5	,42200	,18872
	%Pèrdua de pes-prova3	1,084	5	,3366	,1506
Par 11	Taxa de sudoració (l/h)-prova1	,8802	5	,68306	,30547
	Taxa de sudoració (l/h)-prova3	1,873	5	,5988	,2678
Par 12	FC inicial-prova1	113,75	4	10,436	5,218
	FC inicial-prova3	121,25	4	10,751	5,375
Par 13	FC final-prova1	166,20	5	8,815	3,942
	FC final-prova3	162,80	5	9,471	4,236
Par 14	FC final+1min-prova1	113,40	5	8,620	3,855
	FC final+1min-prova3	111,40	5	4,561	2,040
Par 15	FC mitja-prova1	164,20	5	8,044	3,597
	FC mitja-prova3	163,20	5	6,611	2,956
Par 16	FC màxima-prova1	173,00	5	8,031	3,592
	FC màxima-prova3	171,20	5	7,596	3,397
Par 17	Test Borg-prova1	6,60	5	,548	,245
	Test Borg-prova3	6,80	5	,447	,200

Prova 1 vs. Prova 2

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Temps exercici (min)-prova1	29,3438	8	3,32458	1,17542
	Temps exercici (min)-prova2	29,5925	8	3,26221	1,15337
Par 2	Velocitat mitja (km/h)-prova1	13,513	8	1,7167	,6069
	Velocitat mitja (km/h)-prova2	13,288	8	1,5431	,5456
Par 3	FC inicial-prova1	114,00	6	15,824	6,460
	FC inicial-prova2	133,67	6	15,042	6,141
Par 4	FC final-prova1	161,33	6	10,405	4,248
	FC final-prova2	160,50	6	10,502	4,288
Par 6	FC mitja-prova1	162,25	8	9,618	3,400
	FC mitja-prova2	162,88	8	8,493	3,003
Par 7	FC màxima-prova1	170,63	8	10,636	3,760
	FC màxima-prova2	171,75	8	9,114	3,222

Prova 1 vs. Prova 2 sense C1 ni C4

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Temps exercici (min)-prova1	29,0867	6	3,58104	1,46195
	Temps exercici (min)-prova2	29,4700	6	3,66032	1,49432
Par 2	Velocitat mitja (km/h)-prova1	13,650	6	1,9066	,7784
	Velocitat mitja (km/h)-prova2	13,350	6	1,7490	,7140

Prova 2 vs. Prova 3

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Temps exercici (min)-prova2	29,8957	7	3,39965	1,28495
	Temps exercici (min)-prova3	29,9629	7	3,59708	1,35957
Par 2	Velocitat mitja (km/h)-prova2	13,157	7	1,6185	,6117
	Velocitat mitja (km/h)-prova3	13,186	7	1,6688	,6307
Par 3	FC inicial-prova2	131,20	5	15,401	6,888
	FC inicial-prova3	116,40	5	14,293	6,392
Par 4	FC final-prova2	163,60	5	8,112	3,628
	FC final-prova3	158,80	5	7,596	3,397
Par 5	FC mitja-prova2	164,43	7	7,850	2,967
	FC mitja-prova3	163,43	7	8,344	3,154
Par 6	FC màxima-prova2	173,86	7	7,448	2,815
	FC màxima-prova3	171,71	7	8,920	3,372